ACUERDO n.° 240 DE 2023
22 de Junio

Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Biomédica

EL CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER,
en uso de sus atribuciones legales, y

CONSIDERANDO:

a. Que es deber de la Universidad Industrial de Santander contribuir al progreso científico y humanístico del país, mediante la creación de programas de educación superior de máximo nivel académico, que permitan la formación de profesionales de altas calidades académicas, para la aplicación y generación del conocimiento.

b. Que la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, elaboró el proyecto educativo para la creación del programa de Ingeniería Biomédica. Este proyecto ha sido elaborado en cumplimiento de las condiciones de calidad exigidas por el Decreto 1330 de 2019 del MEN, considerando las evidencias e indicadores definidos en la Resolución n.° 021795 de 2020 del MEN, y en concordancia con el acuerdo del Consejo Superior n.° 075 de 2013 que aprobó el Reglamento General de Posgrado.

c. Que la Dirección de Planeación de la Universidad, después de analizar la documentación que se relaciona a continuación, concluyó que el proyecto cumple con los requisitos establecidos en las disposiciones normativas mencionadas en el literal c) y, en consecuencia, avaló el proyecto para ser sometido a consideración del Consejo Académico. La documentación referida es la siguiente:

- Concepto de Planeación.
- Concepto de CEDEDUIS (comunicación del 20 de mayo de 2023 y observaciones del 28 de marzo y 01 de mayo de 2023).
- Proyecto Educativo del Programa (PEP).
- Resumen ejecutivo del PEP.
- Extracto del acta n.° 08 del 27 de febrero de 2023 de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- Extracto del acta n.° 07 del 02 de marzo de 2023 del Consejo de Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

d. Que el Consejo Académico, en sesión realizada el 22 de junio de 2023, después de considerar el concepto de Planeación, el concepto de CEDEDUIS y el aval emitido por este consejo a la propuesta de intención de creación del programa, y de analizar y discutir el contenido del proyecto educativo del programa, aprobó la creación del programa de Ingeniería Biomédica.

En mérito de lo anterior,

ACUERDA:

ARTÍCULO 1°. Crear en la Universidad Industrial de Santander el programa de Ingeniería Biomédica, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, según el proyecto educativo del programa que forma parte integral del presente acuerdo.

ACUERDO n.° 240 DE 2023
22 de Junio

ARTÍCULO 2°. La Universidad deberá tramitar por conducto de la Vicerrectoría Académica el registro calificado del programa en mención ante el Ministerio de Educación Nacional y no podrá ofertar el mismo hasta tanto se obtenga el registro calificado.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.

Expedido en Bucaramanga, a los veintidós (22) días del mes de junio de 2023.

EL PRESIDENTE DEL CONSEJO ACADÉMICO,

HERNÁN PORRAS DÍAZ
Rector

LA SECRETARIA GENERAL, SOFÍA PINZÓN DURÁN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
Planeación.

CONCEPTO SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA.

La directora de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, profesora Lola Xiomara Bautista Rozo, presentó la propuesta de creación del programa de Ingeniería Biomédica, modalidad presencial. De acuerdo con el PEP, este programa tiene como propósito formar profesionales que integren conocimientos fundamentales de la ingeniería y las ciencias biomédicas, junto con sus principios éticos y de excelencia y habilidades en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

En el PEP se precisa que la Ingeniería Biomédica es una disciplina que articula las ciencias básicas, la fisiología y los conceptos básicos de la medicina con la ingeniería para apoyar a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, al desarrollar y mejorar dispositivos biomédicos o servicios clínicos.

La documentación de la propuesta se encuentra soportada en el Proyecto Educativo del Programa, el resumen Ejecutivo, el extracto del acta N° 07 de 2023 del Consejo de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas y extracto del acta No.08 de 2023 del Consejo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Revisada la propuesta por Planeación, se verifica lo siguiente:

a) La propuesta cumple la normatividad vigente para la creación de los programas definida tanto en el Acuerdo 225 de 2010 del Consejo Académico como en la Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación de los registros calificados de los programas académicos de la UIS, emitida el 17 de agosto de 2021.

b) Se cumplen los requerimientos y procedimiento establecidos en los Artículos 5 y 6 del Acuerdo N° 225 del año 2010 del Consejo Académico, respectivamente. En consecuencia, la propuesta cuenta con la aprobación del Consejo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y del Consejo de Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

c) El PEP incluye las condiciones de calidad definidas en el Decreto 1330 de 2019 y las evidencias e indicadores definidos en la Resolución 021795 de 2020 modificadas en el Decreto 2265 de 2023, del MEN.

d) Se cumple con los requisitos estipulados en los Referentes Institucionales para la Creación, la Reforma y la Modificación de Programas Académicos del Consejo Académico, aprobados por Acuerdo de Consejo Académico 023 de 2022.

En el Cededuis la propuesta se revisó en tres (3) oportunidades, en las primeras dos (2) se formularon observaciones que fueron acogidas en el texto definitivo y en su concepto final, debidamente sustentado, indica que se tuvieron en cuenta las observaciones precedentes y formula una indicación para tener en cuenta, luego de la aprobación del programa. Se anexa copia de las observaciones y del concepto final de esa dependencia.

En Planeación la propuesta se revisó en tres (3) oportunidades y se formularon observaciones que se tuvieron en cuenta en el PEP que fue presentado al Consejo Académico el 30 de mayo de 2023.

En la propuesta se identifica a los profesores de planta de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática que podrían soportar el inicio del programa incluyendo la participación de profesores externos para algunas actividades de docencia, acompañamiento a proyectos de investigación y evaluación de trabajos de grado.

Como parte de los soportes de la propuesta se incluye un Documento de Recursos Financieros (DRF) que contiene la información básica del programa y una proyección de los ingresos generados por la matrícula de los estudiantes y de los gastos directos para el funcionamiento del programa, en donde se incluye el gasto en personal docente, de coordinación, profesional de apoyo, secretaria y auxiliar y una partida para reactivos químicos.

Adicionalmente, el (DRF) incluye una proyección de los costos del apoyo que recibe el programa de la Escuela, la Facultad, y la administración central, que si bien no se traducen en egreso monetario inmediato porque el apoyo se presta con la misma capacidad instalada, técnicamente son parte del costo institucional y a medida que avance el programa irá afectando, proporcionalmente al incremento de estudiantes, el egreso corriente por concepto de gastos en servicios públicos, bienestar universitario, vigilancia, aseo, viáticos, pasajes y otros costos indirectos que demandan los programas académicos.

Finalmente, desde Planeación se verifica que el documento incluya las modificaciones que como producto de su evaluación fueron solicitadas por el Consejo Académico en la sesión del día 30 de mayo de 2023, relacionadas con la inclusión del ciclo común de ingenierías aprobado en el Acuerdo No.219 de 2023 del Consejo Académico y la declaración específica de la mediación TIC en actividades académicas del componente de formación profesional y de ingeniería.

Siguiendo las indicaciones del Consejo Académico, en la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática se procedió al ajuste del PEP con la inclusión del ciclo básico antes referenciado considerando el diseño previo, en especial el plan de estudio.

A continuación, se presenta el ciclo común vigente y posteriormente la forma como se acoge en el programa de Ingeniería Biomédica.

Tabla 1. Actividades académicas del ciclo común

ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS	NIVEL
Cálculo en función de una variable	4	I
Cálculo en función de varias variables	3	II
Introducción al Álgebra lineal	3	I
Ecuaciones diferenciales	3	III
Química para ingenieros	3	I
Mecánica	3	II
Laboratorio Mecánica	2	III
Electromagnetismo*	3	III
Laboratorio de electromagnetismo*	2	IV
Oscilaciones y ondas mecánicas*	3	IV
Laboratorio de Oscilaciones y Ondas Mecánicas*	2	V
Oscilaciones y ondas electromagnéticas*	3	V
Laboratorio de Oscilaciones y ondas electromagnéticas*	2	IV
Dibujo paramétrico	3	II
Fundamentos de Analítica de Datos	3	IV

*Asignaturas opcionales dependiendo del perfil de formación de cada programa de ingeniería.

Luego del trabajo de armonización del PEP con el ciclo común, desde la Escuela se propone que el programa de Ingeniería Biomédica incorpore en su componente de *Fundamentación en ciencias* las siguientes actividades académicas:

Tabla 2. Inclusión de actividades académicas al PEP de Ingeniería Biomédica.

ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS	NIVEL
Cálculo en función de una variable	4	I
Cálculo en función de varias variables	3	II
Introducción al Álgebra lineal	3	I
Ecuaciones diferenciales	3	III
Mecánica	3	II
Laboratorio Mecánica	2	III
Electromagnetismo	3	III

Las actividades académicas de "Química para ingenieros" y "Dibujo paramétrico" no fueron incluidas teniendo en cuenta que el programa ya cuenta con las actividades académicas de "Bioquímica" y "Modelado asistido por ordenador CAD", que desarrollan con mayor profundidad las competencias allí propuestas, respectivamente.

Tampoco fue incluida la actividad académica "Fundamentos de analítica de datos" dado que el programa, para su línea de Informática médica y Bioinformática, desarrolla ampliamente las competencias allí consideradas.

La segunda indicación del Consejo Académico estaba relacionada con que el programa declarara de forma específica la mediación TIC en actividades académicas del componente de formación profesional y de ingeniería. En respuesta a esa indicación, el programa modifica la mediación en 15 actividades académicas, quedando el programa con una distribución de sus HIP de la siguiente manera:

Tabla 3 Distribución de HIP del programa de Ingeniería Biomédica

HIP			
FÍSICA		EN LÍNEA	
Teóricas	Prácticas	Teóricas	Prácticas
67	63	32	0
80,2%		19,8%	

Considerando las especificidades propias del PEP del programa de Ingeniería Biomédica y además que para su diseño no se contaba con el actual ciclo común de las ingenierías, desde Planeación se considera que el ajuste propuesto se adecúa a las indicaciones formuladas por el Honorable Consejo Académico.

Con base en lo expuesto anteriormente, en Planeación se considera que la propuesta cumple con la normatividad vigente y en consecuencia emite su aval para continuar el estudio y evaluación de la propuesta en el Honorable Consejo Académico.

Se anexa el PEP, el resumen ejecutivo, copias de las actas del Consejo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y del Consejo de Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas y copias de las observaciones y del concepto final de Cededuis.

ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación

Preparó: CBP
Planeación, junio 21 de 2023

2150
Bucaramanga, mayo 20 de 2023

Doctora
ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la segunda revisión del documento propuesta de creación del programa de Ingeniería Biomédica, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Cordialmente,



ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Tercer concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en la nueva versión del documento Propuesta de Creación del Programa de Ingeniería Biomédica

I. **Propósitos generales del programa:** Se incluyó como propósito de formación en el ámbito de la misión sustantiva de la extensión, lo siguiente:

> *Contribuir al desarrollo del país mediante la implementación de soluciones biomédicas eficaces a los problemas de la salud humana, relacionados con la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, a través del relacionamiento con el sector público y privado.*

II. **Resultados de aprendizaje:** Se realizaron ajustes requeridos.

III. **Perfil de egreso:** Se ajustó el perfil de egreso.

IV. **Modelo pedagógico y didáctico del programa académico:** Se estima necesario que el programa, una vez esté aprobado y en fase de aprestamiento, se comprometa con la formulación de metas de comprensión que habrán de registrarse en el formato de actividades académicas; puesto que, además de las metas formativas de naturaleza competencial, el programa ha hecho una formulación de metas de apropiación conceptual, representadas en los contenidos. No obstante, para que los estudiantes inscriban los contenidos en un marco de significación, y superen la concepción teleológica e instrumental de las actividades académicas como obligaciones curriculares que hay que superar obteniendo una nota, y conviertan los contenidos en conocimientos activos que requerirán a medida que avanzan en el programa, es necesario proporcionar un mecanismo de ordenamiento lógico disciplinar de los conocimientos que van alcanzando, lo cual se logra mediante la definición de un conjunto de metas de comprensión formuladas a manera de preguntas, que dan marco a respuestas donde se integran los conceptos.

V. **Mecanismos de Evaluación:** Se realizaron los ajustes requeridos.

VI. **Investigación:** Se realizaron los ajustes correspondientes.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

.

Esperanza Revelo Jiménez
Revisión de la propuesta

2150
Bucaramanga, mayo 01 de 2023

Doctora
ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la segunda revisión del documento propuesta de creación del programa de Ingeniería Biomédica, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Cordialmente,



ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Segundo concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en la nueva versión del documento Propuesta de Creación del Programa de Ingeniería Biomédica

I. **Justificación del Programa:** Se aclaró la definición de ingeniería biomédica sobre la que se sustenta la propuesta curricular del programa. También se sustanció el análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico y tecnológico que se podrían materializar con el programa, agregando los datos internacionales y nacionales relacionados con patentes en el campo de la tecnología médica, y los retos que afrontarán los ingenieros que apoyan las áreas biológicas y médicas durante la próxima década, donde se muestra una marcada tendencia hacia el desarrollo de una atención médica preventiva y personalizada que demandará la asistencia de la ingeniería biomédica para el desarrollo de soluciones diferenciadas. Esta información se complementó con los pronósticos que hace la OMS sobre la esperanza de vida de la población mundial, y las causas de muerte que vaticina el Instituto de Medición y Evaluación en Salud para el año 2040.

II. **Análisis de indicadores de programas académicos profesionales en ingeniería biomédica y bioingeniería en Colombia:** Se actualizaron los datos fuente, incluyendo la ventana de tiempo 2017-2021 en la mayoría de los casos, y se enfatizó la demanda del programa teniendo en cuenta las cifras de aspirantes, admitidos y matriculados en programas de ingeniería biomédica ofrecidos en instituciones de educación superior de carácter privado. Se realizaron ajustes pertinentes al análisis de datos de deserción.

III. **Conceptualización teórica y epistemológica del programa:** Se aclaró el objeto de conocimiento del programa y se organizó la estructura conceptual a partir de los fundamentos teóricos que desde la biología, la electrónica, los materiales y la informática se integran a través del método científico para el diseño de soluciones en las áreas funcionales de bio-instrumentación, sistemas de adquisición de imágenes médicas, ingeniería clínica, informática médica, ingeniería de rehabilitación, biomecánica, biomateriales y fisiología de sistemas como espacios interdisciplinares desde donde se planean, diseñan, desarrollan, implementan y operan soluciones enfocadas a la salud humana.

IV. **Propósitos generales del programa:** No se incluyeron propósitos de programa relacionados con la función sustantiva de la extensión.

V. **Plan General de Estudios:** Se balanceó de mejor manera el porcentaje de participación de los componentes de fundamentación con los de formación profesional y formación integral, a lo largo del plan de estudios. Se utilizó la tipología institucional para la denominación de las actividades académicas, y se definieron las electivas disciplinares para cada línea de énfasis, aclarando que, de las cuatro actividades académicas previstas para la línea de instrumentación biomédica, el estudiante sólo tomará tres de ellas, resolviendo así la observación sobre el número total de créditos a cursar en ésta línea.

VI. **Resultados de aprendizaje:** Es necesario ajustar la clasificación de las macro competencias genéricas y ciudadanas puesto que la G1 sería la única competencia ciudadana a desarrollar en el programa bajo la clasificación C1; por tanto, las competencias Genéricas serían 6 y no 7. En cuanto a las macro competencias específicas es necesario revisar la E4, porque está formulada para el ejercicio profesional, o en un ambiente de formación que se corresponde con prácticas *in situ*, no declarado en el programa. En cuanto a la macro competencia E5 se recomienda contemplar además de las personas en condición de discapacidad, también a las personas con diversidad funcional.

VII. **Perfil de egreso:** Se sugiere unificar en tres párrafos los numerales 4.5.3 y 4.5.3.1, por ejemplo*: El Ingeniero Biomédico egresado de la Universidad Industrial de Santander es un profesional integral, capaz de crear y mejorar sistemas tecnológicos, procesos, técnicas, métodos y dispositivos que solucionan con enfoque sostenible, problemas en la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades en el ser humano.*

Se distingue por su habilidad para aplicar conocimientos fundamentales de la ingeniería y las ciencias biomédicas a la identificación de necesidades del sector salud para formular proyectos e implementar soluciones eficaces e innovadoras, para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades mediante el análisis y modelado de dispositivos, sistemas,

componentes o procesos biomédicos de alto impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, teniendo en cuenta las implicaciones éticas en los contextos social, ambiental y económico donde se sitúan.
Es competente para realizar procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, liderar o participar en equipos de trabajo multidisciplinarios, realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de problemas biológicos y médicos, porque utiliza sus competencias para el aprendizaje autónomo adquiriendo y aplicando nuevos conocimientos, y creando entornos colaborativos e inclusivos para el establecimiento de metas, la planificación de tareas y el cumplimiento de objetivos.

VIII. **Modelo pedagógico y didáctico del programa académico:** Se sugiere resolver la concordancia y la redundancia que aparecen en la línea 10 de la primera viñeta de la página 104, "…este proceso es influenciado por experiencias y *conocimiento* previas de cada *conocimiento*,". Llama la atención que la propuesta curricular del programa, no demuestra cómo el estudiante es el centro del proceso formativo, puesto que no se describen las metas de comprensión que guiarán la construcción del conocimiento individual desde la estrategia de enseñanza, mientras que si se demuestra el principio de aprendizaje activo teniendo en cuenta las estrategias previstas en la Tabla 27.

IX. **Mecanismos de Evaluación:** Recordemos que los mecanismos de evaluación se plantean en los niveles meso y micro-curricular. Cuando articulamos niveles de dominio esperados con actividades académicas estamos hablando del nivel micro-curricular. No obstante, el nivel meso-curricular también obedece a una articulación entre las macro-competencias, su nivel de incidencia en la demostración del RA, y su progresión en el tiempo de duración del programa. Por tanto, es necesario agregar una tabla donde se identifique la incidencia de cada macro competencia en la capacidad que tendrá el egresado para demostrar cada resultado de aprendizaje, lo que permitirá justificar los momentos de evaluación de acuerdo con el desarrollo competencial y no exclusivamente con las actividades académicas. Me explico, para lograr que un estudiante demuestre el nivel de dominio *5- Evaluar* al final de la progresión estimada de la competencia, es necesario evaluar con anterioridad para poder contar con un sistema de alertas tempranas que oriente las estrategias de atención que implementará el programa si el estudiante no progresa en avanzar hacia el nivel de dominio esperado. El sistema de evaluación, a nivel meso-curricular, además de mapear la criticidad de algunas competencias sobre otras, con base en la ponderación de su incidencia en la demostración que el egresado haga del resultado de aprendizaje esperado, debe incluir el o los momentos en el que se evaluarán los niveles previos al esperado, así como el tipo de instrumentos que se utilizarán para realizar la medición o valoración de los mismos.

X. **Investigación:** En la Tabla 32, lamentablemente retomamos el concepto de 'extra-curricularidad' al clasificar la formación para la investigación como extracurricular al referirse a fomento de semilleros de investigación. Reitero la necesidad de comprender el marco de lo macro-curricular en cuanto al despliegue del modelo pedagógico institucional, máxime cuando en el numeral 6.2 se considera a los semilleros como una estrategia curricular para la formación en investigación-innovación, página 146.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

Finalmente, quedamos a la espera de una nueva versión del documento.



Esperanza Revelo Jiménez
Revisión de la propuesta

2150
Bucaramanga, marzo 28 de 2023

Doctora
ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetada Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la revisión del documento de creación del Programa de **Ingeniería Biomédica**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Se considera necesaria realizar una segunda revisión al documento con ajustes, antes de continuar el proceso institucional correspondiente.

Cordialmente,



ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta
Documento PEP con revisiones y comentarios.

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Primer concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en la nueva versión del documento Proyecto Educativo del Programa para la creación del programa de Ingeniería Biomédica, presentado por la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, tomando como base los siguientes documentos de normativa nacional e institucional:

- Decreto 1330 de 2019 emitido por el Ministerio de Educación Nacional,
- Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021.
- Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos aprobados mediante Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de 2022.
- Reglamento académico estudiantil de pregrado.

I. **Contexto del Programa:** Se presentan la misión institucional, así como la misión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. También se incluyen la visión de la UIS, y la visión de la EISEI, así como los programas que ofrece la unidad académica.

II. **Identificación del programa.** Se incluye la denominación del programa, así como el análisis que sirve de base para la definición de la denominación del programa. Se sustenta el análisis en la intersección disciplinar entre las ciencias básicas, la fisiología y los conceptos básicos de la medicina con la ingeniería, en tanto campo de investigación e innovación para el desarrollo y mejora de dispositivos biomédicos que apoyen a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Se agregan datos respecto de los 24 programas que se ofrecen a nivel nacional, de los cuales cuatro (4) de nivel de pregrado, son ofrecidos por instituciones de naturaleza pública.

III. **El programa se adscribe** al campo amplio de formación en Ingeniería, industria y construcción, al campo detallado en Ingeniería y profesiones afines, y al campo específico de Ingeniería y Profesiones afines no clasificadas en otra parte. El programa se ofrecerá en la ciudad de Floridablanca, Santander; y tendrá una duración equivalente a una inversión de tiempo de ocho (8) semestres, y supondrá una inversión de tiempo del estudiante equivalente a 127 créditos académicos. La periodicidad de la admisión es semestral y el número máximo de estudiantes admitidos por cohorte es de 64 estudiantes.

IV. **Consideraciones para el ingreso al programa.** Se definen como competencias iniciales en el perfil del aspirante, la actitud de servicio, afinidad con las ciencias exactas y naturales, la ingeniería y las ciencias básicas médicas, actitud de aprendizaje y trabajo en grupo, espíritu creativo, proclividad a la indagación sistemática, un modelo mental dispuesto a la resolución de problemas, y el deseo de contribuir con mejorar la calidad de vida de la población, así como crecer profesional y personalmente. **Se sugiere** revisar cuidadosamente si el proceso de caracterización de los estudiantes admitidos que adelanta el SEA, incluye pruebas, o instrumentos que permitan medir las competencias iniciales declaradas en este apartado. De no ser así, es necesario que se plantee la forma cómo el programa determinará las competencias iniciales.

V. **Criterios y procesos de admisión:** Se incluyen los definidos en los Acuerdo de Consejo Académico: 222 de 2014, y 282 de 2017. Se proporciona información respecto del proceso de realización de convocatoria, la inscripción y sus requisitos, así como la selección y la admisión. Se especifican los puntajes requeridos en los resultados de la prueba SABER 11, con que deben cumplir los aspirantes para ser admitidos. También se describen las situaciones que en las que los aspirantes pueden solicitar admisión especial.

VI. **Propuesta curricular- Justificación del programa:** Se proporciona una definición de la ingeniería biomédica, que identifica como campos de aplicación la investigación, desarrollo, diseño, mantenimiento, gestión, regulación y evaluación de dispositivos médicos y de sistemas para la atención de la salud. Al respecto **se sugiere** revisar si la definición de biomédica implica los sistemas de salud y el análisis de datos biomédicos, puesto que, de acuerdo con la RAE, la biomédica es un *Conjunto de disciplinas como la bioquímica, la biología molecular y celular y la genética,*

que desempeñan un papel fundamental en la medicina actual. Como se reitera más adelante en este concepto, la propuesta curricular parece indicar que se trata más de un programa de Ingeniería Biomédica con énfasis en Ciencia de Datos, que en el diseño, mantenimiento, gestión, regulación y evaluación de dispositivos médicos. De igual manera, se sugiere sustanciar la justificación con datos que permitan verificar la necesidad de contar con ingenieros biomédicos en una región como el Nororiente Colombiano, teniendo en cuenta los planes de desarrollo nacional y departamental.

VII. **Estado de la oferta en el campo de educación y formación:** Según el SNIES se ofrecen a nivel nacional 24 programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y 4 en Bioingeniería, todos activos. De éstos, el 84% son oferta privada y el 16% oferta pública. En la ciudad de Bucaramanga, tanto la Universidad Manuela Beltrán como la UNAB ofrecen programas de ingeniería biomédica. La totalidad de la oferta nacional se hace en modalidad presencial, y proponen una duración que fluctúa entre 134 y 183 créditos. De otra parte, en el país se ofertan 28 programas de nivel de posgrado en el área de ingeniería biomédica, de los cuales 16 son ofrecidos por instituciones públicas y 12 por instituciones privadas. En Bucaramanga se ofrecen tres posgrados, de los cuales la Universidad Industrial de Santander ofrece la Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas y el Doctorado en Ciencias Biomédicas. En el ámbito internacional se reporta un crecimiento sostenido, a lo largo de los últimos treinta años, del número de programas de ingeniería biomédica ofrecidos tanto en Norteamérica como en Europa, Brasil, Australia, China e India, lo que permite anticipar una creciente demanda del programa como solución a brechas de innovación relacionadas con la salud y el bienestar humano.

VIII. **Análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico y tecnológico que se podrían materializar con el programa:** En este apartado se sugiere sustanciar las predicciones con datos sobre patentes nacionales e internacionales para dispositivos biomédicos, y la información relacionada con la discapacidad con informes de Handicap International.

IX. **Desafíos académicos, formativos, de extensión y/o científicos que atiende el programa:** Este apartado se desarrolló de manera superficial. **Se sugiere** profundizar y enumerar los desafíos, contextualizando los mismos al escenario nacional, de ser posibles con indicadores (número de personas que necesitan órtesis, etc).

X. **Justificación de la modalidad y del lugar en que se desarrollará el programa:** Se listan factores como:

- Complejidad de la integración de saberes de la ciencia, la medicina y la ingeniería, y la consecuente demanda de ambientes de aprendizaje donde la integración teoría-práctica se materialice.
- Enfoque en aprendizaje significativo y colaborativo que requiere experiencias de interacción.
- Evidencia de necesidad de fortalecer desarrollo competencial inicial en matemáticas, física, química y lecto escritura en la población de potenciales aspirantes. **Se sugiere** indicar el contexto post-pandemia como un determinante importante al respecto.
- Baja familiaridad de potenciales aspirantes con contextos de aprendizaje auto-dirigido.
- 60% de la población objetivo se ubica en estratos socio-económicos 1 y 2, con limitado acceso a recursos tecnológicos.
- Capacidad institucional en infraestructura física, bibliográfica y tecnológica para atender modalidades presenciales.
- Proximidad geográfica con el cluster de salud más importante de la región.

XI. **Necesidades de la región y del país, y su articulación con la propuesta curricular:** Este apartado se encuentra adecuadamente desarrollado y sustanciado, en torno a la necesidad de cerrar las brechas de inequidad en lo que respecta al acceso de la población a servicios de salud de calidad.

XII. **Justificación de los atributos o factores que representan las características diferenciales y/o similares del programa, frente a la oferta nacional:** Se enuncian cinco (5) líneas de énfasis optativas: informática médica, bioinformática, instrumentación biomédica, biomateriales y ingeniería de rehabilitación. También se declara un modelo didáctico del programa que se centra la enseñanza en el aprendizaje y el estudiante, adoptando metodologías activas. Se propone un fácil tránsito de los estudiantes en el programa debido al bajo número de

requisitos, la ubicación geográfica en el campus Floridablanca, y un modelo de gestión curricular y administrativo soportado en transformación digital.

XIII. **Análisis de Indicadores de programas académicos profesionales en ingeniería biomédica y bioingeniería en Colombia:** De los 24 programas activos de ingeniería biomédica registrados en el SNIES, 6 cuentan con acreditación de alta calidad. En bioingeniería se encontraron 7 programas, de los cuales 4 están activos, y de éstos 2 tienen acreditación de alta calidad. En la Figura 2, se presenta la evolución del número de inscritos en programas de ingeniería biomédica y bioingeniería por tipo de institución en Colombia, para la ventana de tiempo 2017-2021. En cuanto a la oferta pública se nota un discurrir fluctuante con marcada tendencia a la baja puesto que de 930 inscritos que había en el 2017, se pasa a 494 en el 2021, lo que equivale a un 53% de diferencia. Ahora bien, la tasa de absorción de inscritos en la oferta pública en el 2021 es del 61%, mientras que en el 2017 era del 63%. Este análisis requiere mayor estudio, puesto que el crecimiento que se reporta en la tasa de absorción, no coincide con la oferta pública. **Se sugiere revisar**. En cuanto a la deserción por cohortes de programas en el área de ingeniería biomédica, se sugiere **enfáticamente** considerar la misma ventana de tiempo que se manejó para los inscritos y matriculados – de 2017 a 2021-.

XIV. **Conceptualización teórica y epistemológica del programa:** Se reitera **la necesidad de aclarar** el objeto de conocimiento, en tanto los *sistemas de salud* son variables y obedecen a lineamientos tanto de naturaleza científica como social, económica o política, lo que implica que los problemas derivados de los mismos, requieran soluciones estructurales no factibles exclusivamente desde la ingeniería biomédica. **Se recomienda además** organizar gráficamente la información relacionada con el marco teórico que describe la naturaleza de los problemas, los tipos de soluciones (desde la aplicación uni- o inter-disciplinar de la electrónica, la mecánica, la ciencia de los materiales y la informática), así como las áreas funcionales desde las cuales el programa actúa.

XV. **Propósitos generales del programa:** En el documento, se declaran propósitos de formación para las funciones sustantivas de la docencia y la investigación. No obstante, **se recomienda incluir** propósitos relacionados con la función extensión.

XVI. **Componente Formativo:** En el **Plan General de Estudios** se declara que, durante su tránsito por el programa, el estudiante contará con los recursos y las experiencias necesarias para:

- Aplicar principios de ingeniería, biología, fisiología humana, química, física basada en el cálculo, ecuaciones diferenciales y estadística
- Resolver problemas de ingeniería biomédica, incluidos los asociados con la interacción entre sistemas vivos y no vivos.
- Analizar, modelar, diseñar y realizar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de la ingeniería biomédica,
- Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos.

Al respecto, **se sugiere** eliminar del texto estas declaraciones, en tanto se corresponden de manera casi idéntica con los resultados de aprendizaje del programa, que se presentan más adelante.

De otra parte, el Plan General de Estudios se organiza teniendo en cuenta cuatro componentes, que ordenados en términos de dedicación porcentual de tiempo por parte del estudiante, son: la fundamentación en ingeniería biomédica, la fundamentación en ciencias, la formación profesional en ingeniería biomédica, y la formación integral y complementaria. Se declara en el documento que los cuatro componentes se desarrollan de forma *simultánea* a lo largo de ocho semestres académicos. **Se sugiere revisar** puesto que, para un desarrollo simultáneo de los componentes, estos tienen que tener pesos porcentuales equilibrados. De igual forma es necesario aclarar a cuál de los componentes pertenece la línea de diseño, para ello, se estima conveniente que se codifiquen con color los componentes en el plan de estudios.

Así mismo, es importante notar que el compromiso de tiempo del estudiante para con el programa es el equivalente a 127 créditos académicos. Según se declara en el documento, página 62, el 64 % del tiempo lo

invertirá el estudiante en fundamentación, mientras que solo un 18 % del tiempo lo dedicará a la formación profesional, y el 18% restante de los créditos académicos los dedicará a la formación integral. **Se sugiere** revisar, puesto que se percibe un desequilibrio significativo entre el ciclo de fundamentación y el de formación profesional. Lo anterior llama la atención, puesto que en la misma página del documento se declara que la formación profesional está conformada por dos momentos claves del proceso de formación: la formación en diseño en ingeniería y la formación de profundización. Adicionalmente, al observar la Tabla 16, en la página 67 del documento, se puede inferir que el bajo número de horas prácticas podría estar relacionado con la alta concentración en actividades académicas de fundamentación.

La formación en profundización se refiere a las rutas flexibles en los campos de: ingeniería de rehabilitación, instrumentación biomédica, biomateriales, bioinformática e informática médica. En el Plan General de Estudios se contemplan tres electivas por cada ruta, excepto por la de instrumentación biomédica, para la cual se definen cuatro electivas. Teniendo en cuenta los referentes institucionales para la creación, modificación y reforma de programas académicos (Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de enero 25 de 2022), **se sugiere** denominar éstas electivas como 'electivas discplinares' y no electivas de énfasis, puesto que la norma no las contiene.

Adicionalmente, vale la pena preguntarse si un estudiante que opte por la ruta de instrumentación biomédica tendría que completar 131 créditos académicos, en vez de 127. Si la respuesta es sí, es necesario encontrar la norma que lo permita, puesto que en la Tabla 10 del Acuerdo 023 de 2022, se establece el número de créditos por nivel del programa académico y se dice que, para un programa profesional universitario de 8 semestres, el rango es de 104 a 128 créditos.

De otra parte, en cuanto a pre-requisitos se observa flexibilidad bastante moderada en el plan general de estudios, teniendo en cuenta que un 60% de las actividades académicas, es decir 27 de 45, tienen pre-requisitos. Esto contradice la información que se presenta en la página 71, donde se afirma que sólo 'un reducido número de actividades académicas tienen pre-requisitos. Igual pasa con la afirmación de que la ruta crítica consta de 4 semestres académicos, cuando en realidad se trata de 5 semestres académicos (del segundo al sexto), lo cual equivale al 62.5% del total de las actividades académicas, contraviniendo el lineamiento institucional. Vale la pena resaltar que, si se tienen en cuenta los pre-requisitos para las rutas en ingeniería de rehabilitación e instrumentación biomédica, el número de actividades académicas con pre-requisito aumenta. Ahora bien, en relación con el número de créditos académicos por nivel, se mantiene la mayoría de niveles con una intensidad de 16 créditos, excepto el segundo que implica 15 créditos.

XVII. **Requisitos y condiciones para que el estudiante pueda cumplir con el plan general de estudios:** Se sugiere revisar puesto que es posible que algunas de las condiciones enunciadas como, por ejemplo: "Contar con las condiciones necesarias para su desplazamiento a la sede UIS Floridablanca, lugar donde se desarrollarán la mayoría de las actividades académicas", comprometan legalmente a la institución. Se sugiere realizar la consulta jurídica pertinente. En cuanto a las orientaciones derivadas del Reglamento de pregrado como de los referentes institucionales, éstos cuentan con actos administrativos que las respaldan.

XVIII. **Resultados de aprendizaje a lo largo del proceso formativo: Se sugiere enfáticamente** revisar el párrafo introductorio a este apartado, porque asume una definición de resultados de aprendizaje que difiere de la prevista en la taxonomía institucional –Capítulo 3 del Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de enero 25 de 2022). Cuando formulamos el perfil de egreso y los resultados de aprendizaje, estamos estableciendo las metas formativas del programa, no necesariamente de las personas. Las competencias previstas son las que habrán de desarrollar las personas, como andamiaje requerido para la demostración de los resultados esperados del programa, al momento de egreso.

El programa declara nueve (9) resultados de aprendizaje esperados del programa. Seis (6) de ellos relacionados específicamente con la formación profesional disciplinar, y tres más donde se establecen metas a nivel comportamental, en relación con el trabajo en equipo, la comunicación y la responsabilidad ética.

Se sugiere revisar en los RA1 y RA2 la afirmación respecto de 'mejorar el funcionamiento de los *sistemas de salud*', y la 'creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos y los *sistemas de salud*', en atención a la declaración que se hace del objeto de estudio del programa.

Se sugiere también revisar, en la página 79, la afirmación: "Desde el mundo social y personal, el egresado de Ingeniería Biomédica *tendrá una inteligencia emocional* producto de su formación, que le permita demostrar que está en capacidad de…" No todas las personas desarrollan inteligencia emocional como producto de su formación. De hecho, es un contrasentido lógico si consideramos que también se afirma que la inteligencia emocional proviene desde el mundo social y personal.

XIX. **Articulación entre los Resultados de Aprendizaje, las competencias a desarrollar en los estudiantes y el Plan General de Estudios.** Es importante aclarar que el programa no tiene competencias, las competencias que el programa ha definido se han de desarrollar en los estudiantes. Sugiero ubicar como referente del tejido competencial, el Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de enero 25 de 2022, y declarar un nivel de correspondencia con las competencias que evalúa ABET como agencia acreditadora internacional. Esta sugerencia se basa en que la mirada de un ente formador como es la Universidad Industrial de Santander, es más amplia y exhaustiva, en comparación con la de un ente acreditador cuando de educación se trata. Este último actúa definiendo cuáles son los mínimos que deben estar presentes en términos de competencias profesionales para reconocer los programas como acreditables o acreditados a nivel internacional. La creación de un programa académico necesita honrar los aspectos institucionales, derivados del esquema nacional de acreditación de la calidad en educación superior, para la obtención del Registro Calificado.

XX. **Articulación entre los resultados de aprendizaje, las competencias del programa y el Plan General de Estudios:** Al revisar este apartado, se tiene en cuenta que, en primer lugar, la enunciación de las macro-competencias correspondientes al nivel meso-curricular, se corresponda con las orientaciones divulgadas en el Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de 2022. En segundo lugar, se determina la viabilidad de la evaluación o valoración de un estándar de nivel de dominio de competencia aceptable. En tercer lugar, que haya un balance apropiado entre el número de macro-competencias específicas, genéricas y ciudadanas propuesto; y finalmente, que el número de macro-competencias sea superior al número de resultados de aprendizaje, en virtud de la desagregación de los mismos.

En la propuesta de creación del programa, se proponen siete (7) macro-competencias genéricas que se asemejan a las propuestas por el CADED como estructura conceptual de la prueba en competencias ciudadanas que se realiza a nivel institucional. Al respecto, **se sugiere** desagregar la clasificación y especificar cuáles de éstas son competencias ciudadanas, en atención a la misión formativa institucional que enfatiza el desarrollo de la ciudadanía.

Posteriormente, se enuncian cuatro (4) macro-competencias específicas relacionadas con el diseño en ingeniería, y los procesos de investigación, y gestión tecnológica.

Finalmente se proponen cuatro (4) macro-competencias específicas, en relación con las líneas de énfasis que conforman las rutas flexibles del programa. Si bien se plantean cinco (5) líneas de énfasis, no se formula una competencia para cada una, porque se fusionan en una sola, la línea de énfasis en Bioinformática con la de Informática Médica.

En la macro-competencia E5 para la línea de Ingeniería de Rehabilitación, **es importante considerar** que la discapacidad no es sólo producto de una enfermedad o una lesión, también puede ser el resultado de una condición genética.

Si bien en la Tabla 17 se hace una relación entre los RA y las macro-competencias, es necesario completar la matriz con la progresión en el desarrollo de cada macro-competencia a lo largo del proceso formativo, así como el nivel de dominio esperado. Esta articulación es esencial para dar sentido a los puntos de evaluación del desarrollo competencial que requiere el Decreto 1330 se definan en el continuo de formación.

XXI. **Perfil de Egreso:** Se sugiere revisar para dar mayor claridad, teniendo en cuenta incluir la formación integral, y establecer correspondencia con el objeto de estudio del programa, y resolver la redundancia en cuanto a la aplicación de principios éticos. Se recomienda hacer una declaración de perfil de egreso donde se integren las características del egresado.

XXII. **Componente Pedagógico – Descripción del modelo pedagógico y didáctico del programa académico, que conduce al logro de los resultados de aprendizaje**. **Se requiere** completar este apartado puesto que el modelo implica tres principios básicos, y un enfoque en resultados de aprendizaje, un diseño curricular basado en competencias, y el uso de metodologías activas para el aprendizaje significativo, así como la enseñanza para la comprensión, además de la mediación con TIC.

XXIII. **Descripción de los componentes pedagógicos, en consideración a la diversidad cultural, social y tecnológica de los estudiantes**: Hay que **revisar este apartado** porque lo que se espera es una declaración respecto de cómo propondrá el programa enfoques y metodologías que permitan atender a la diversidad de estudiantes en el aula, como, por ejemplo: La perspectiva diferencial con enfoque de género, el diseño universal del aprendizaje, o el enfoque multimodal en la enseñanza en educación superior.

XXIV. **Componente de Interacción**: **Se recomienda revisar** la última viñeta de la página 94, donde se plantean 'experiencias de aprendizaje extra-curriculares' lo que denota un desconocimiento de los ámbitos de despliegue curricular del programa, particularmente desde lo macro-curricular. De acuerdo con el MPUIS21, no existen experiencias extra-curriculares puesto que las estancias, prácticas o pasantías, por ejemplo, se gestan gracias al marco de relaciones que se ha formalizado entre la Universidad y otra institución, a fin de favorecer los procesos formativos de los estudiantes.

XXV. **Descripción de los actores, el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural y las dinámicas para interactuar y establecer relaciones recíprocas, que contribuyan con los aspectos curriculares del programa.** Se necesita un **mayor nivel de especificidad** en la redacción de este apartado.

XXVI. **Descripción de los mecanismos de interacción con comunidades locales, regionales, nacionales e internacionales:** Se recomienda incluir la participación en redes colaborativas de aprendizaje o investigación, y eliminar la comunicación asertiva como un mecanismo, así como la presentación oral y escrita de trabajos, reemplazando éstas dos últimas por la divulgación de avances de investigación en variedad de eventos académicos y múltiples formatos textuales.

XXVII. **Mecanismos de Evaluación:** Es necesario incluir en los mecanismos los puntos a lo largo del proceso formativo donde se valorará el desarrollo competencial de los estudiantes, de acuerdo con estándares aceptables de nivel de dominio previamente definidos, ya sea por adopción de alguna taxonomía, o la creación de una propia.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

El documento se encuentra organizado siguiendo las pautas proporcionadas por la Guía Transitoria para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 202. Se recomienda corregir algunos aspectos de forma como errores de digitación y de redacción señalados en el documento digital, que se adjunta a este concepto.

Finalmente, la continuación del proceso del programa queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento donde se hayan realizado los ajustes correspondientes.

Esperanza Revelo Jiménez
Revisión del Documento

CONSEJO DE FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
Acta No. 07 – aparte

DÍA: Bucaramanga, 02 de marzo de 2023
HORA: 7:30 a.m.
LUGAR: Sala de Juntas Decanato Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

PARTICIPANTES:

José Alejandro Amaya Palacio,
Decano en Encargo y Director Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Lola Xiomara Bautista Rozo,
Directora Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Martha Liliana Torres Barreto,
Directora Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Clara Isabel López Gualdrón,
Directora Escuela de Diseño Industrial
Diego Fernando Villegas Bermúdez,
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Wilfredo Del Toro Rodríguez,
Director Escuela de Ingeniería Civil
Sergio Fernando Castillo Castelblanco
Director Investigación y Extensión de la Facultad
Yesid Javier Rueda Ordoñez,
Representante de los profesores ante el Consejo de Facultad
Nicolas David Serrano Guiza,
Representante de los estudiantes ante el Consejo de Facultad
Lina Jehany Barragán Pinzón,
Secretaria Consejo de Facultad.

AUSENTES: Olga Patricia Chacón Arias, (Con excusa)
Decana Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

DESARROLLO ORDEN DEL DÍA

//…

4. Asuntos de Escuelas

- **Escuela de Ingenierías de Sistemas e Informática**

La Directora de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática presenta el documento del Proyecto Educativo del Programa (PEP) en Ingeniería Biomédica.

El programa de Ingeniería Biomédica se ofrecerá en el municipio de Floridablanca, tendrá una duración de 8 semestres con una periodicidad de admisión al programa semestral.

El programa de Ingeniería Biomédica se ofrece a todos los graduados de educación media en Colombia o su equivalente en el exterior, sin exigencias de habilidades, destrezas o aptitudes adicionales. El programa está dirigido a personas que:
● Deseen mejorar los sistemas de salud del país desde la implementación de la tecnología, la ingeniería y la matemática.

● Tengan una alta afinidad con las ciencias exactas y naturales, con las ciencias de la ingeniería y con las ciencias básicas médicas, de manera que durante su formación profesional pueda estar en capacidad de unir esos conocimientos para potenciarlos como un ingeniero al servicio de las áreas de la salud.
● Posean aptitudes para aprender y trabajar en grupo y de manera individual.
● Tengan un espíritu creativo.
● Deseen involucrarse en actividades de investigación en el campo de la salud e ingeniería.
● Sienten pasión por ayudar a otros en la resolución de problemas.
● Se interesan en contribuir con el diseño de dispositivos médicos que mejoren la calidad de vida de la población adulta, vulnerable y en especial atención a la población en situación de discapacidad.
● Sienten motivación en el crecimiento personal y profesional en un ambiente de exigencia académica y calidad pedagógica, apoyado con laboratorios especializados para la experimentación y la práctica académica.

Teniendo en cuenta los elementos presentados en el proyecto educativo del programa, el Consejo de Escuela de Ingeniería de sistemas e informática mediante Acta N° 08 del 27 de febrero de 2023, APRUEBA el documento académico del programa en ingeniería Biomédica.

El Consejo de Facultad emite concepto FAVORABLE al documento académico del programa en ingeniería Biomédica, para continuar con el trámite respectivo ante las Oficinas de Planeación y CEDEDUIS.

Nota: El original del documento académico correspondiente al programa de Ingeniería Biomédica" se encuentra en el archivo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Se da por terminada la reunión a las 10:00 a. m.

En constancia firman,

JOSE ALEJANDRO AMAYA PALACIO
Decano (e) de la Facultad de Ingenierías

LINA JEHANY BARRAGÁN PINZÓN
secretaria del Consejo Fisicomecánicas

Universidad Industrial de Santander

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA INGENIERÍA BIOMÉDICA



BUCARAMANGA, SANTANDER

2023

REGISTRO HISTÓRICO DEL DOCUMENTO		
VERSIÓN	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO**
01	Febrero de 2023	Creación del documento
02	Abril de 2023	Ajuste de documento de acuerdo a revisión de Planeación y CEDEDUIS.
03	Mayo de 2023	Ajuste de documento de acuerdo a revisión de CEDEDUIS.
Elaborado por:		**Aprobado por:**
COMISIÓN DE EXPERTOS (Resolución N° 1485 de 2022) Lola Xiomara Bautista Rozo Escuela de Ing. Sistemas e Informática Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira Escuela de Ing. Sistemas e Informática Jorge Villamizar Morales Escuela de Matemáticas David Alejandro Miranda Mercado Escuela de Física Ana Beatriz Ramírez Silva Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones Octavio Andrés González Estrada Escuela de Ingeniería Mecánica Natalia Rocío Moreno Castellanos Departamento de Ciencia Básicas		Consejo de Escuela (Acta N° 08 de febrero 27 de 2023) Consejo de Facultad (Acta N° 07 de marzo 02 de 2023)

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN 11

1. CONTEXTO DEL PROGRAMA 13

1.1. Misión de la UIS 13
1.1.1. Misión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática 13
1.2. Visión de la UIS 13
1.2.1. Visión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática 14
1.3. Programas ofrecidos por la UIS relacionados con el área de conocimiento 14

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA 16

2.1. Denominación del programa 16
2.1.1. Análisis para la definición de la denominación del programa 16
2.2. Título que otorga 18
2.3. Campos de educación y formación del programa 18
2.4. Modalidad 18
2.5. Lugar donde se ofrece el programa 18
2.6. Duración del programa 18
2.7. Jornada de ofrecimiento del Programa 18
2.8. Número de créditos académicos 18
2.9. Periodicidad de la admisión 18
2.10. Número de estudiantes admitidos por cohorte 18

3. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA 19

3.1. Perfil del aspirante 19
3.2. Criterios y procesos de admisión 19
3.2.1. Convocatoria e inscripción de aspirantes 19
3.2.2. Criterios de selección y admisión 20
3.2.3. Criterios adicionales de desempate 21
3.2.4. Admisiones especiales 21

4. PROPUESTA CURRICULAR 23

4.1. Justificación del programa 23
4.1.1. Estado de la oferta de educación y formación del programa académico 24
4.1.2. Justificación de la modalidad y del lugar en que se desarrollará el programa 37
4.1.3. Necesidades de la región y del país y su articulación con la propuesta curricular 39
4.1.4. Justificación de los atributos o factores que representan las características diferenciales y/o similares del programa de Ingeniería Biomédica, frente a la oferta nacional 46
4.1.5. Análisis de indicadores de programas académicos profesionales en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia 46
4.2. Conceptualización teórica y epistemológica del programa 66
4.3. Objeto de estudio del programa 70
4.4. Propósitos generales del programa 70
4.5. Componente formativo 70
4.5.1. Plan General de Estudios 70
4.5.2. Resultados de Aprendizaje 86
4.5.3. Perfil de egreso 100

4.6. Componente Pedagógico 102
4.6.1. Modelo pedagógico y didáctico del programa académico, que conduce al logro de los resultados de aprendizaje 102
4.6.2. Principios que rigen el proceso formativo del Programa en coherencia con el PI y el modelo pedagógico 106
4.6.3. Componentes pedagógicos, en consideración a la diversidad cultural, social y tecnológica de los estudiantes 106
4.6.4. Recurso humano que apoya el componente pedagógico y permite el aprendizaje activo de los estudiantes en su proceso formativo 108
4.6.5. Descripción de los ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, herramientas tecnológicas y estrategias de interacción, en el marco del modelo o modelos pedagógicos y didácticos del programa académico 109
4.7. Componente de interacción 111
4.7.1. Articulación de los componentes de interacción en el proceso formativo 112
4.7.2. Actores el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural y las dinámicas para interactuar y establecer relaciones recíprocas, que contribuyan con los aspectos curriculares del programa 114
4.7.3. Descripción de la forma en la cual el programa desarrollará las condiciones para que sus estudiantes y profesores puedan interactuar en contextos sincrónicos y asincrónicos: 115
4.7.4. Actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que proyecta implementar en los próximos siete (7) años para favorecer la internacionalización 116
4.7.5. Proyección para los próximos siete (7) años de las actividades que favorecen la internacionalización 122
4.8. Mecanismos de evaluación 123
4.8.1. Descripción y diseño de los mecanismos de evaluación en coherencia con las políticas institucionales, y el modelo pedagógico, que permitirán el seguimiento sistemático del proceso formativo y del logro de los resultados de aprendizaje 124
4.8.2. Justificación de los mecanismos de evaluación propuestos 126
4.8.3. Articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo y las actividades académicas 127
4.8.4. Mecanismos de retroalimentación a los estudiantes, a partir de los resultados de sus evaluaciones, con el fin de que estas cumplan los objetivos previstos en el proceso formativo y el estudiante pueda mejorar su desempeño en el mismo 136
4.8.5. Estrategias que se utilizarán para evaluar el desarrollo de las competencias y el alcance de los logros de aprendizaje en cada una de las actividades académicas que constituyen el plan de estudios 137
4.8.6. Estrategias y mecanismos que permitirán avanzar gradualmente en las condiciones de accesibilidad de la comunidad educativa a los mecanismos de evaluación y forma en que se adaptarán a la diversidad de estudiantes y a sus contextos culturales, sociales y tecnológicos, en coherencia con los resultados de la definición y aplicación del proceso formativo de acuerdo con la normatividad vigente 138

5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO 140

5.1. Programas de las actividades académicas 140
5.2. Contenidos curriculares que evidencian la intencionalidad organizacional y que expresan las labores formativas, académicas y docentes 140
5.3. Componentes que estructuran el microcurrículo y macrocurrículo de acuerdo con las políticas institucionales. 140
5.4. Descripción de las actividades académicas y la forma en que se relacionarán y se complementarán entre sí. 142

5.5. Créditos académicos asociados a cada actividad académica prevista en el plan general de estudios, así como la discriminación y la justificación de las horas de interacción del estudiante con el profesor, de forma sincrónica o asincrónica, y las horas de trabajo independiente del estudiante 145
5.6. Discriminación para cada actividad académica del plan general de estudios, de las horas de interacción del estudiante con el profesor de forma sincrónica o asincrónica, en aquellas dedicadas a los componentes teórico y práctico. 146
5.7. Estrategias de seguimiento al proceso formativo del estudiante que le facilite su permanencia, graduación oportuna y logro de los resultados de aprendizaje 147
5.8. Mecanismos de interacción entre estudiante-profesor y estudiante-estudiante 150
5.9. Descripción de los requisitos de grado adicionales a la aprobación de créditos académicos del plan general de estudios 150
5.10. Evidencia de la disponibilidad de escenarios para prácticas formativas propios o en convenio Y Estrategias de seguimiento orientadas a la obtención de los resultados de aprendizaje esperados en las prácticas formativas 150

6. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 151

6.1. Declaración de Investigación e innovación del programa de Ingeniería Biomédica 152
6.2. Descripción de las estrategias, medios y contenidos curriculares para la formación en investigación – innovación 153
6.3. Descripción de la forma en que las actividades académicas, docentes y formativas se nutren de la investigación- innovación 154
6.4. Definición de áreas, líneas o temáticas de investigación, según la declaración de la incorporación de la investigación- innovación para el programa académico. 155
6.5. Proyección para los próximos 7 años de los proyectos y programas para el logro del ambiente de investigación e innovación 158
6.6. Descripción de los grupos de investigación que apoyan el programa 161

7. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO 163

7.1. Plan de vinculación de la comunidad académica con el sector productivo, social y cultural, público y privado 164
7.2. Mecanismos para gestionar la información de los resultados que se obtengan de la articulación de los profesores y estudiantes con el sector externo 164
7.3. Convenios de apoyo al programa 165
7.3.1. Acuerdos de voluntades o convenios que respalden las pasantías con el sector externo en los próximos siete años 165

8. PROFESORES 171

8.1. Características del grupo de profesores 171
8.1.1 Descripción del grupo de profesores con el que contará el programa de Ingeniería Biomédica o el plan de vinculación de profesores para el mismo, considerando su composición en términos del tipo de contratación, vinculación y dedicación, y la naturaleza jurídica, tipología y misión institucional. 171
8.1.2 Plan de vinculación de profesores 175
8.1.3. Evidencias del cumplimiento de las políticas institucionales, que den cuenta de que el número de profesores es el requerido para atender las condiciones de calidad de aspectos curriculares; organización de las actividades académicas y proceso formativo; investigación-innovación y relación con el sector externo 176
8.2. Perfiles de los profesores 176
8.2.1. Descripción de procesos para formulación y actualización de perfiles 176

8.2.2 Descripción de los perfiles requeridos para los profesores que atenderán las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión. 176
8.3. Asignación y gestión de las actividades de los profesores 182
8.3.1. Descripción de los procesos de formulación, seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades de los profesores 182
8.3.2. Cobertura prevista de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa académico, relacionadas con el grupo de profesores 184
8.4. Permanencia, desarrollo y capacitación profesoral 185
8.4.1. Descripción de estrategias y acciones que promuevan la permanencia de los profesores 185
8.4.2. Descripción de los procesos para formular, hacer seguimiento y evaluar el plan de desarrollo y capacitación de los profesores. 187
8.4.3. Plan de desarrollo y capacitación de los profesores 188
8.5. Seguimiento y evaluación de profesores 189
8.5.1. Articulación de la evaluación y seguimiento de profesores 189
8.5.2. Fortalecimiento de las competencias genéricas y pedagógicas de los profesores 191
8.5.3. Consolidación de las habilidades de sociales, comunicativas y digitales que le permitan al profesor interactuar con los estudiantes y propiciar su proceso de aprendizaje 192

9. MEDIOS EDUCATIVOS 193

9.1 Selección y cobertura de medios educativos 193
9.1.1 Dotación requerida para el desarrollo de las actividades que soportarán el proceso de formación 193
9.1.2 Atención de diferencias culturales y virtuales de estudiantes y profesores, con el fin de facilitar la interacción, colaboración, evaluación y acompañamiento en el proceso formativo 197
9.1.3 Planes de fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de las tecnologías existentes y proyectadas 198
9.1.4 Plan de adquisición de los medios educativos 199
9.2. Disponibilidad y acceso a los medios educativos 201
9.2.1 Descripción de los procesos de asignación de medios educativos, de acuerdo con las actividades académicas del programa. 201
9.2.2 Plan de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos, para los próximos siete (7) años 201
9.2.3 Descripción de las estrategias y mecanismos de capacitación y apropiación en el uso de los medios educativos. 203
9.2.4 Descripción de las estrategias para garantizar que los medios educativos atenderán las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente. 204

10. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA 206

10.1. Características de la infraestructura física y tecnológica 206
10.1.1. Descripción y justificación de la cantidad, calidad y capacidad de los espacios físicos y virtuales que se requieren para soportar los ambientes de aprendizaje y atender las actividades académicas y administrativas del programa 206
10.2. Plataformas y herramientas tecnológicas para el desarrollo de actividades académicas 213
10.2.1. Centro de Tecnología de Información y Comunicación – CENTIC 215
10.2.2. Proyección de la infraestructura física y tecnológica, así como el plan de adquisición, construcción o préstamo de espacios, físicos y virtuales, requeridos para el desarrollo del programa académico 215
10.2.3. Ejecución y resultados en los últimos siete (7) años, de la proyección de la infraestructura física y tecnológica 217

10.2.4. Descripción de los procesos de asignación de la infraestructura física y tecnológica a la comunidad académica para su uso, de manera que se garantice la disponibilidad de la misma. 219
10.2.5. Plan de desarrollo, mantenimiento, actualización, renovación y reposición de infraestructura física y tecnológica. 219
10.2.6. Disposición de espacios físicos y virtuales que le faciliten al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje por fuera del aula, de tal forma que se soporte el tiempo de aprendizaje independiente 221
10.2.7. Mecanismos que garantizarán que la infraestructura física y tecnológica permitirá superar las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente, con información particular de la UAA a cargo del programa. 222

11. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA 224

11.1 Autoevaluación del programa de Ingeniería Biomédica 229

12. RECURSOS FINANCIEROS 232

REFERENCIAS 235

ANEXOS 237

ANEXO A. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA 238
ANEXO B. ARTICULACIÓN ENTRE RESULTADOS DE APRENDIZAJE- MACRO COMPETENCIAS - MICRO COMPETENCIAS Y ACTIVIDADES ACADÉMICAS 260
ANEXO C. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS 283
ANEXO D. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE APOYAN EL PROGRAMA 506

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Programas UIS relacionados con el área de Biomédica 14
Tabla 2. Programas de pregrado en el área de Ingeniería Biomédica a nivel nacional 16
Tabla 3. Criterios de selección del programa de Ingeniería Biomédica para el proceso de admisión 21
Tabla 4. Programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería 25
Tabla 5. Programas de posgrado en el área de Ingeniería Biomédica 26
Tabla 6. Ranking de Shanghai con las 15 mejores universidades en el mundo en el área de Ingeniería Biomédica 27
Tabla 7. Solicitudes de patentes publicadas en todo el mundo por campo de tecnología, 2010, 2015 y 2020 29
Tabla 8. Distribución de solicitudes de patentes publicadas por campo tecnológico para los 10 principales orígenes, 2018-2020 30
Tabla 9. Número de inscritos por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería 48
Tabla 10. Número de admitidos por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería 50
Tabla 11. Matriculados en primer curso por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería 53
Tabla 12. Total de matriculados por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia 55
Tabla 13. Total de graduados por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia 57
Tabla 14. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y sexo 59
Tabla 15. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y sector 59
Tabla 16. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y metodología 60
Tabla 17. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y área del conocimiento 60
Tabla 18. Matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC “Ingeniería Biomédica y afines” 60
Tabla 19. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia para 2018 y 2019 62
Tabla 20. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Bioingeniería en Colombia para 2018 y 2019 63
Tabla 21. Plan de estudios Ingeniería Biomédica 73
Tabla 22. Actividades académicas electivas disciplinares por cada línea de énfasis 75
Tabla 23. Número total de créditos por nivel 76
Tabla 24. Relación entre horas teóricas, horas prácticas y trabajo independiente 78
Tabla 25. Articulación entre los resultados de aprendizaje y las macro competencias del programa 92

Tabla 26. Progresión del desarrollo de las macro competencias a lo largo del proceso formativo 94
Tabla 27. Estrategias de enseñanza - aprendizaje 110
Tabla 28. Plan de internacionalización, ventana 7 años 123
Tabla 29. Incidencia de cada macro competencia en el logro de los resultados de aprendizaje 127
Tabla 30. Progresión del desarrollo de macro competencia y puntos de control 133
Tabla 31. Ejemplo de articulación a nivel de micro competencias 136
Tabla 32. Relación entre horas teóricas, horas prácticas y trabajo independiente 146
Tabla 33. Características de la investigación en el programa de Ingeniería Biomédica 152
Tabla 34. Líneas de Investigación del programa de Ingeniería Biomédica 156
Tabla 35. Articulación de las líneas de investigación del programa de Ingeniería Biomédica con las líneas de los grupos de investigación UIS 157
Tabla 36. Recursos presupuestales para el fomento y desarrollo de programas y proyectos de investigación 159
Tabla 37. Recursos Portafolio de Investigación y Extensión UIS 2015-2022 159
Tabla 38. Grupos de Investigación que apoyarán al programa y su clasificación en Minciencias 161
Tabla 39. Plan de vinculación de la comunidad académica con el sector externo 164
Tabla 40. Convenios de cooperación académica a nivel nacional 166
Tabla 41. Convenios de cooperación académica a nivel internacional 167
Tabla 42. Convenios prácticas empresariales Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática 168
Tabla 43. Profesores UIS de soporte ela programa 172
Tabla 44. Perfiles docentes requeridos en el programa 176
Tabla 45. Servicios biblioteca UIS 193
Tabla 46. Recursos bibliográficos UIS, 2022 194
Tabla 47. Bases de Datos de la UIS 195
Tabla 48. Bases de Datos disponibles en el área de conocimiento 195
Tabla 49. Asignaciones presupuestales en el POAI para el periodo 2016-2023 200
Tabla 50. Asignación de medios educativos 201
Tabla 51. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Mantenimiento Tecnológico y Planta Física 202
Tabla 52. Recursos presupuestales destinados para adquisición de bienes (millones de pesos) 203
Tabla 53. Espacios de la Biblioteca de la UIS 207
Tabla 54. Escenarios deportivos 207
Tabla 55. Auditorios UIS 208
Tabla 56. Espacios físicos y tecnológicos disponibles en la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática 209
Tabla 57. Espacios físicos sede UIS -Floridablanca 210
Tabla 58. Laboratorios Facultad UIS Salud 210
Tabla 59. Laboratorios requeridos para el programa 216
Tabla 60. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión física (millones de pesos) 221
Tabla 61. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Planta Física 221

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desafíos del sistema de salud en las próximas décadas 32
Figura 2. Concentración de Startups de HealthTech en Colombia 43
Figura 3. Número de inscritos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución 48
Figura 4. Número de admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de institución 51
Figura 5. Evolución del porcentaje de Admitidos en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia 52
Figura 6. Evolución del número de Inscritos y Admitidos en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia 52
Figura 7. Matriculados en primer curso en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia 54
Figura 8. Total de matriculados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia 56
Figura 9. Total de graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia 58
Figura 10. Evolución del porcentaje de graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia 58
Figura 11. Evolución del número de matriculados y graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia 59
Figura 12. Comportamiento (cantidades) de matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC "Ingeniería Biomédica y afines" 61
Figura 13. Comportamiento (porcentaje) de matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC "Ingeniería Biomédica y afines" 61
Figura 14. Áreas de trabajo ofertadas para ingenieros biomédicos 64
Figura 15. Modalidad y ubicación de ofertas de empleo 64
Figura 16. Salarios ofertados para profesionales en el área de Ingeniería Biomédica 65
Figura 17. Conceptualización teórica del programa 69
Figura 18. Distribución del plan de estudios por componentes 71
Figura 19. Estructura curricular del programa de Ingeniería Biomédica 77
Figura 20. Distribución de horas teóricas y horas prácticas para el programa 78
Figura 21. Distribución de horas teóricas y horas prácticas para el programa 79
Figura 22. Trayectorias posibles de los estudiantes en el proceso formativo 80
Figura 23. Fases de formulación de Resultados de Aprendizaje 87
Figura 24. Características del Modelo Pedagógico UIS21 103
Figura 25. Ruta formativa institucional para el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales para programas profesionales 119
Figura 26. Esquema de Internacionalización en la Universidad Industrial de Santander 121
Figura 27. Incidencia de las macro competencias en el logro de los resultados de aprendizaje 132
Figura 28. Ámbito macro-curricular de la Universidad Industrial de Santander 141
Figura 29. Áreas de investigación del programa 145

PRESENTACIÓN

Entre los aspectos que figuran en la misión de la Universidad Industrial de Santander, se destaca la formación de ciudadanos como profesionales, integrales, éticos, con sentido político e innovadores; por otra parte, apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica y tecnológica, además de construir procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno.

Para tales efectos es menester de la Universidad lograr su crecimiento a través de la apertura de programas de pregrado y elevando su nivel hasta el doctorado. En este marco, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática presenta el Programa de Ingeniería Biomédica, el cual busca formar profesionales con habilidades en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, para la creación o mejora de sistemas tecnológicos, procesos, técnicas, métodos y dispositivos, con el fin de identificar y proponer soluciones a problemas en la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades del ser humano, para el buen funcionamiento de los servicios de salud con un enfoque sostenible.

La propuesta de creación del programa de Ingeniería Biomédica está desarrollada atendiendo los lineamientos del Decreto 1330 de 2019 por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de la Educación y de la Resolución No 021795 de 2020 del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, modificada parcialmente por la Resolución No. 002265 de febrero 15 de 2023. Así mismo se fundamenta en la normatividad vigente para los programas académicos contempladas en los siguientes documentos:

- Acuerdo 071 del 10 de noviembre 2003 del Consejo Superior, por el cual se reforma el Sistema de Créditos Académicos para programas de pregrado de la Universidad Industrial de Santander.
- Acuerdo 167 del 29 de noviembre de 2005 del Consejo Académico por el cual se aprueban los lineamientos para descentralizar los procesos académicos y se dictan otras disposiciones.
- Acuerdo 126 del 30 de junio de 2006 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander, por el cual se precisa el plan de transición y se dictan otras disposiciones.
- Acuerdo 225 de septiembre 22 de 2010 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander, por el cual se establecen los lineamientos para la creación, modificación, reforma y extensión de los programas académicos.
- Acuerdo 233 del 10 de agosto de 2021 del Consejo Académico por el cual se aprueba el Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial Santander.
- Acuerdo 023 del 25 de enero de 2022 del Consejo Académico por el cual se aprueban los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.
- Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS de 17 de agosto de 2021.

El programa académico presentado, responde a los indicadores del Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Industrial de Santander 2019 – 2030, en especial con el enfoque estratégico de "Formación Integral e Innovación Pedagógica"[1], aportando al cumplimiento del objetivo estratégico de "Fortalecer la oferta de programas académicos en diversos niveles y modalidades, con pertinencia para la región y el país."[2], con el cual se busca aumentar el número de programas en pregrado presencial a 52 para el 2030. Igualmente, se enmarca en el Plan de Gestión Rectoral dentro de la línea estratégica de Pertinencia que busca "Creación de nuevos programas de pregrado presenciales en las sedes regionales establecidas".[3]

El programa de Ingeniería Biomédica está estructurado por actividades académicas agrupadas por semestres académicos los cuales fueron planificados con un número de créditos tal que le permite al estudiante responder a los compromisos establecidos en el proceso de formación, proporcionando de igual manera espacios para la formación integral como parte esencial de su proyecto de vida.

La fundamentación del programa se basa en el Modelo Pedagógico de la Universidad y en el Proyecto Educativo Institucional y se desarrolla por medio de una formación por competencias con un enfoque por resultados de aprendizaje, los cuales se logran a través de la implementación de estrategias pedagógicas activas centradas en el aprendizaje basado por proyectos y por investigación, aprendizaje basado en problemas, en estudios de caso y en el desarrollo de trabajos colaborativos, que se encuentran articulados y permiten a los educandos tener una interacción con la comunidad y con los sectores externos y productivos, lo que se convierte en medios para tener una experiencia en ambientes reales de aprendizaje.

Adicionalmente, se han tenido en cuenta los diferentes escenarios desde el sector salud, lo económico, lo social y lo ambiental, sus proyecciones a largo plazo como también las transformaciones tecnológicas y de conectividad que hoy día son protagonistas en todos los escenarios a nivel global y que exigen, cada vez más, incorporar modelos que incentiven el emprendimiento, la investigación, la creatividad y la innovación, hacia una sociedad más justa equitativa, diversa e incluyente, con acceso a oportunidades de transformación para el mejoramiento de su calidad de vida.

[1] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan de Desarrollo Institucional 2019 – 2030, p.39
[2] Ibíd., p. 40
[3] PORRAS DÍAZ. Hernán. Plan de Gestión Rectoral 2019-2022. p.14

1. CONTEXTO DEL PROGRAMA

1.1. MISIÓN DE LA UIS

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno. Este obrar institucional, dinamizado con redes diversas y abiertas de conocimiento y aprendizaje, busca el fortalecimiento de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir.[4]

1.1.1. Misión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

La Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática (EISI) es una comunidad académica agrupada en torno al conocimiento científico y tecnológico en disciplinas de sistemas, computación, informática y afines. El propósito de la Escuela es desarrollar actividades de formación, investigación científica, innovación tecnológica y extensión social, que permitan la apropiación, aplicación, creación, transferencia y divulgación de conocimientos que impacten el entorno local, nacional e internacional. Teniendo como eje articulador la investigación, la Escuela está comprometida con la formación de profesionales integrales con capacidad de concebir y desarrollar proyectos que involucren las disciplinas mencionadas, y de emprender, insertarse y desempeñarse efectivamente en organizaciones generadoras de bienes o servicios.

La Escuela, acorde con la misión institucional, y soportada en el talento humano de sus integrantes, pretende aportar al fortalecimiento de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir.[5]

1.2. VISIÓN DE LA UIS

Para el año 2030 la Universidad Industrial de Santander será reconocida en el entorno nacional e internacional como una comunidad intelectual, ética y diversa, que educa para interpretar los desafíos del mundo, que es abierta a nuevas formas de pensamiento y que gestiona el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida. La UIS, a fin de fortalecer la naturaleza pública que le es propia, habrá

[4] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional

[5] Aprobada por Claustro de Profesores según acta N° 15 de julio 13 de 2020

actuado de manera significativa y acorde con los derechos humanos para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia.[6]

1.2.1. Visión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

La Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática (EISI) contará, en el año 2030, con un portafolio de servicios en docencia, investigación y extensión de alta calidad, de acuerdo con las necesidades y tendencias nacionales e internacionales en ciencias e ingeniería de sistemas, de computación, de informática y afines. Igualmente, consolidará la actividad investigativa y la visibilidad internacional de sus grupos de investigación.

Lo anterior será respaldado mediante la conformación continua de un equipo profesoral y administrativo altamente calificado, una infraestructura física y tecnológica de vanguardia, y una fuerte relación con el sector externo.[7]

1.3. PROGRAMAS OFRECIDOS POR LA UIS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE CONOCIMIENTO

La Universidad Industrial de Santander forma en todas las áreas del conocimiento, con programas de pregrado y posgrado. Específicamente, la oferta académica de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática está conformada por el pregrado en Ingeniería de Sistemas, el cual cuenta con la Acreditación como programa de Alta Calidad otorgada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), renovada de manera consecutiva en tres oportunidades, así como por los programas de posgrado en Doctorado en Ciencias de la Computación, Maestría en Informática para la Educación y Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática, esta última con Acreditación de Alta Calidad.

Además de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, otras escuelas de la Universidad ofertan programas en áreas afines al programa de Ingeniería Biomédica. Esta oferta se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Programas UIS relacionados con el área de Biomédica

Programa Académico	Nivel de formación	Código SNIES	Registro calificado	Modalidad	Estado
Ingeniería de Sistemas	Pregrado	698	18039 del 28 de septiembre de 2020	Presencial	Acreditación de alta calidad
Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática	Posgrado	53686	3241 del 05 de marzo de 2020	Presencial	Acreditación de alta calidad
Maestría en Informática para la Educación	Posgrado	105930	19802 del 18 de octubre de 2016	A distancia	Registro calificado
Doctorado en Ciencias de la Computación	Posgrado	105933	19811 del 18 de octubre de 2016	Presencial	Registro calificado
Ingeniería Electrónica	Pregrado	3731	183 del 16 de enero de 2017	Presencial	Acreditación de alta calidad

[6] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional

[7] Aprobada por Claustro de Profesores según acta N° 15 de julio 13 de 2020

Programa Académico	Nivel de formación	Código SNIES	Registro calificado	Modalidad	Estado
Maestría en Ingeniería Electrónica	Posgrado	53493	15317 del 24 de agosto de 2020	Presencial	Acreditación de alta calidad
Ingeniería Eléctrica	Pregrado	699	2726 del 18 marzo de 2019	Presencial	Acreditación de alta calidad
Ingeniería Mecánica	Pregrado	701	21317 del 11 de noviembre de 2020	Presencial	Acreditación de alta calidad
Maestría en Ingeniería Mecánica	Posgrado	54956	007762 del 6 de mayo de 2022	Presencial	Registro calificado
Doctorado en Ingeniería Mecánica	Posgrado	106881	6735 del 20 de abril de 2018	Presencial	Registro calificado
Doctorado en Ingeniería	Posgrado	54278	1252 del 28 de enero de 2016	Presencial	Registro calificado
Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales	Pregrado	702	16783 del 27 de diciembre de 2019	Presencial	Acreditación de alta calidad
Doctorado en Ingeniería de Materiales	Posgrado	101811	011940 de noviembre 14 de 2019	Presencial	Registro calificado
Diseño Industrial	Pregrado	684	2727 del 28 de marzo de 2019	Presencial	Acreditación de alta calidad
Medicina	Pregrado	691	03911 del 24 de marzo de 2015	Presencial	Acreditación de alta calidad
Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas	Posgrado	20971	11557 del 15 de julio de 2018	Presencial	Acreditación de alta calidad
Doctorado en Ciencias Biomédicas	Posgrado	104225	017677 del 17 de septiembre de 2021	Presencial	Registro calificado

Fuente: Universidad Industrial de Santander

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

2.1. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

Ingeniería Biomédica

2.1.1. Análisis para la definición de la denominación del programa

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que articula las ciencias básicas, la fisiología y los conceptos básicos de la medicina con la ingeniería para apoyar a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, al desarrollar y mejorar dispositivos biomédicos o servicios clínicos. En coherencia con esto, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UIS propone el programa denominado Ingeniería Biomédica, el cual guarda correspondencia con el título que otorga, Ingeniero (a) Biomédico (a) y el nivel de formación, profesional universitario.

La Escuela, en este sentido, propone para este programa de pregrado un contenido curricular para formar profesionales que integren conocimientos fundamentales de la ingeniería y las ciencias biomédicas, junto con sus principios éticos y de excelencia y habilidades en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

A pesar de ser una disciplina reciente en la práctica de la ingeniería, ha tomado relevancia importante en diferentes partes del mundo.

En Colombia se identifican programas profesionales registrados en el Ministerio con igual denominación. Los primeros programas que buscaban formar profesionales en esta disciplina fueron ofrecidos desde 1998 por la Universidad Antonio Nariño, la Universidad Manuela Beltrán y por el convenio entre la Escuela de Ingeniería de Antioquía y el Instituto de Ciencias de la Salud (ahora Universidad CES). Hoy, según el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES- en 25 universidades en Colombia se ofrecen 24 programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y 4 programas de pregrado en Bioingeniería (programas activos), de los cuales 21 son de Instituciones privadas y 4 son de públicas. En la Tabla 2, se observan estos programas.

Tabla 2. Programas de pregrado en el área de Ingeniería Biomédica a nivel nacional

#	Nombre del Programa	Nombre Institución	Título que otorga el programa	Créditos	Duración Semestres	Municipio	Modalidad	Fecha de Registro/ Creación	Reconocimiento del Ministerio
1	Ingeniería Biomédica	Universidad Antonio Nariño	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá, D.C.	Presencial	21/03/1998	Acreditación de alta calidad
2	Ingeniería Biomédica	Universidad Antonio Nariño	Ingeniero Biomédico	163	10	Cartagena de Indias	Presencial	21/03/1998	Registro calificado
3	Ingeniería Biomédica	Universidad Antonio Nariño	Ingeniero Biomédico	163	10	Popayán	Presencial	21/03/1998	Registro calificado
4	Ingeniería Biomédica	Universidad EIA	Ingeniero Biomédico	179	10	Medellín	Presencial	21/03/1998	Acreditación de alta calidad
5	Ingeniería Biomédica	Universidad Manuela Beltrán-UMB	Ingeniero Biomédico	160	10	Bogotá, D.C.	Presencial	18/09/1998	Acreditación de alta calidad
6	Ingeniería Biomédica	Universidad Manuela	Ingeniero Biomédico	160	10	Bucaramanga	Presencial	04/12/2008	Registro calificado

#	Nombre del Programa	Nombre Institución	Título que otorga el programa	Créditos	Duración Semestres	Municipio	Modalidad	Fecha de Registro/ Creación	Reconocimiento del Ministerio
		Beltrán-UMB-							
7	Ingeniería Biomédica	Universidad Autónoma de Occidente	Ingeniero Biomédico	157	9	Cali	Presencial	06/04/2001	Registro calificado
8	Ingeniería Biomédica	Universidad Autónoma de Manizales	Ingeniero Biomédico	177	10	Manizales	Presencial	27/11/2003	Acreditación de alta calidad
9	Ingeniería Biomédica	Universidad ECCI	Ingeniero Biomédico	180	10	Bogotá, D.C.	Presencial	05/12/2003	Registro calificado
10	Ingeniería Biomédica	Instituto Tecnológico Metropolitano	Ingeniero Biomédico	162	10	Medellín	Presencial	15/01/2008	Acreditación de alta calidad
11	Ingeniería Biomédica	Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá, D.C.	Presencial	23/02/2011	Acreditación de alta calidad
12	Ingeniería Biomédica	Universidad de Los Andes	Ingeniero Biomédico	134	8	Bogotá, D.C.	Presencial	06/04/2011	Registro calificado
13	Ingeniería Biomédica	Corporación Universitaria Reformada - CUR -	Ingeniero Biomédico	47	10	Barranquilla	Presencial	22/07/2014	Registro calificado
14	Ingeniería Biomédica	Universidad Autónoma de Bucaramanga- UNAB-	Ingeniero Biomédico	153	9	Bucaramanga	Presencial	30/07/2015	Registro calificado
15	Ingeniería Biomédica	Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniero Biomédico	169	10	Cajicá	Presencial	20/05/2016	Registro calificado
16	Ingeniería Biomédica	Universidad Simón Bolívar	Ingeniero Biomédico	166	10	Barranquilla	Presencial	19/06/2018	Registro calificado
17	Ingeniería Biomédica	Universidad Tecnológica de Bolívar	Ingeniero Biomédico	169	10	Cartagena de Indias	Presencial	11/07/2018	Registro calificado
18	Ingeniería Biomédica	Universidad Ces	Ingeniero Biomédico	161	9	Medellín	Presencial	10/09/2018	Registro calificado
19	Ingeniería Biomédica	Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniero (A) Biomédico (A)	149	8	Cali	Presencial	18/01/2020	Registro calificado
20	Ingeniería Biomédica	Unidad Central del Valle del Cauca	Ingeniero Biomédico	166	10	Tuluá	Presencial	20/01/2020	Registro calificado
21	Ingeniería Biomédica	Universidad de San Buenaventura	Ingeniero Biomédico	156	9	Cali	Presencial	19/06/2020	Registro calificado
22	Ingeniería Biomédica	Institución Universitaria Visión de las Américas	Ingeniero Biomédico	168	10	Pereira	Presencial	01/04/2021	Registro calificado
23	Ingeniería Biomédica	Corporación Universitaria Remington	Ingeniero Biomédico	160	10	Medellín	Presencial	25/11/2021	Registro calificado
24	Ingeniería Biomédica	Fundación Universitaria del Área Andina	Ingeniero Biomédico	162	9	Bogotá	Presencial	02/05/2022	Registro calificado
25	Bioingeniería	Universidad del Bosque	Bioingeniero	155	9	Bogotá	Presencial	03/03/2017	Registro calificado
26	Bioingeniería	Universidad Santiago de Cali	Bioingeniero	154	10	Cali	Presencial	15/08/2018	Registro calificado
27	Bioingeniería	Universidad de Antioquia	Bioingeniero	203	10	Medellín	Presencial	06/ 07/ 2018	Acreditación de Alta Calidad
28	Bioingeniería	Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniero	136	8	Bogotá	Presencial	27/12/2019	Registro calificado

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) - Min Educación, 2022.

2.2. TÍTULO QUE OTORGA

Ingeniero(a) Biomédico (a)

2.3. CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación – Campos de la Educación y Formación Adaptada para Colombia (CINE-F 2013 A.C.) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los campos de formación para el programa de Ingeniería Biomédica son los siguientes:

- Campo amplio (07): Ingeniería, industria y construcción
- Campo detallado (071): Ingeniería y profesiones afines
- Campo específico (0719): Ingeniería y profesiones afines no clasificadas en otra parte

2.4. MODALIDAD

Presencial.

2.5. LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA

El programa se ofrecerá en el municipio de Bucaramanga, Santander.

2.6. DURACIÓN DEL PROGRAMA

El programa de Ingeniería Biomédica tendrá una duración de 8 semestres.

2.7. JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA

El programa de Ingeniería Biomédica se ofrecerá en jornada completa.

2.8. NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS

El número de créditos académicos totales del programa de Ingeniería Biomédica es de 126.

2.9. PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN

La periodicidad de admisión al programa es semestral.

2.10. NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE

El número máximo de admitidos por cohorte es de 64 estudiantes.

3. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

3.1. PERFIL DEL ASPIRANTE

El programa de Ingeniería Biomédica se ofrece a todos los graduados de educación media en Colombia o su equivalente en el exterior, sin exigencias de habilidades, destrezas o aptitudes adicionales. El programa está dirigido a personas con sensibilidad creativa y compromiso social, que tengan interés y motivación en mejorar la calidad de vida de la población en condición vulnerable y, en especial, a población en situación de discapacidad e implementar soluciones a problemas de la salud humana a través del uso de la tecnología, la ingeniería y la matemática en su rol como ingeniero al servicio de las áreas de la salud.

3.2. CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN

El proceso y los criterios de admisión para acceder a los programas de pregrado de la Universidad Industrial de Santander están definidos en los Acuerdos N.° 222 de 2014 y 282 de 2017 del Consejo Académico. Este último establece las disposiciones para el ingreso de aspirantes en modalidad de admisión especial.

3.2.1. Convocatoria e inscripción de aspirantes

- **Convocatoria**: la Dirección de Admisiones y Registro Académico realiza a través de distintos medios de comunicación, en forma previa a la convocatoria de inscripciones, la respectiva divulgación de los programas académicos ofrecidos y de los lineamientos establecidos por la Universidad para el proceso de admisión.
- **Inscripción de aspirantes:** el aspirante diligencia la inscripción al programa académico de su interés en la página web de la Universidad, previa consignación del valor del derecho de inscripción en línea, de acuerdo con el número de programas académicos a los cuales aspira (máximo dos). Registra los datos de la consignación un día hábil después de realizado el pago[8]. En caso de aspirar a una admisión especial, solicita su petición de admisión especial a través de la página web de la Universidad, adjuntando los respectivos soportes.
- **Requisitos de inscripción:** Para realizar la inscripción al programa de Ingeniería Biomédica, es necesario que toda persona que esté interesada en participar en el proceso de admisión cumpla con los requisitos establecidos en el Acuerdo No. 222 de 2014 del Consejo Académico, los cuales se presentan a continuación.

a) Tener título de bachiller, o su equivalente en el exterior, o estar cursando undécimo grado de la educación media colombiana.

b) Haber presentado el Examen de Estado de la Educación Media, SABER 11, a partir del año 2012.

[8] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Sistema Integrado de Gestión. Proceso de Admisiones y Registro Académico Disponible en https://www.uis.edu.co/webUIS/es/admisiones/index.html.

c) Certificar un puntaje mínimo de treinta y un (31) puntos en cada una de las áreas que componen el examen SABER 11, siendo estos: Matemáticas, Lectura crítica, Sociales y ciudadanas, Ciencias naturales e Inglés.

> Parágrafo 1. Para los aspirantes eximidos de la prueba de inglés, según el artículo 1° del Decreto 34 de 1980 del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, sólo se tendrán en cuenta los puntajes de Matemáticas, Lectura Crítica, Sociales y ciudadanas y Ciencias naturales.
>
> Parágrafo 2. El examen de estado Saber 11° presentado a partir del año 2012, tendrá una vigencia de cinco años para efectos del proceso inscripción a programas de pregrado presencial.
>
> Parágrafo 3. Quienes hayan obtenido su título de bachiller en el exterior, deberán presentarlo debidamente apostillado y traducido al español si está en lengua extranjera, en el momento de la matrícula[9].

Teniendo en cuenta lo dispuesto en el Acuerdo N.º 72 de octubre 8 de 1982 del Consejo Superior (adicionado por el Acuerdo N.º 066 de septiembre 19 de 1984 del Consejo Superior) no podrá inscribirse en ningún programa académico quien:

- Se encuentre matriculado en cualquier Programa Académico de estudios de la UIS.
- Se encuentre con sanción disciplinaria vigente en la UIS.
- Haya perdido la calidad de estudiante por bajo rendimiento académico, (PFU) en más de una oportunidad.
- Aspire al mismo Programa de estudios del que fue excluido por bajo rendimiento académico o no haya renovado matrícula en dicho programa.
- Haya iniciado sin concluir estudios, más de un Programa Académico en la UIS. "Ninguna persona podrá cursar en la UIS más de dos programas de pregrado". Artículo 5, Acuerdo 16 de 2008 del Consejo Superior.

3.2.2. Criterios de selección y admisión

Con los aspirantes validados por la Dirección de Admisiones y Registro Académico para continuar con el proceso de admisión, se realiza la selección de los aspirantes al programa de Ingeniería Biomédica, teniendo en cuenta el Acuerdo No. 222 de 2014 del Consejo Académico, por medio del cual se establece el sistema de admisión de la UIS. Este proceso de selección se fundamenta únicamente en el mérito académico evidenciado en los resultados de las pruebas de Estado Saber 11 realizadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).

La ponderación del examen es específica para cada programa y es definida teniendo en cuenta las competencias que debe cumplir el aspirante. En la Tabla 3, se presenta la ponderación específica para el programa de Ingeniería Biomédica.

[9] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 222 de 2014. por medio del cual se establece el Sistema de Admisión de la UIS.

Tabla 3. Criterios de selección del programa de Ingeniería Biomédica para el proceso de admisión

Criterios de selección	Ponderación (%) de Pruebas Saber 11
Ciencias naturales	30%
Lectura crítica	20%
Matemáticas	30%
Sociales y Ciudadanas	10%
Inglés	10%

Fuente: Elaboración propia

La asignación de cupos se realizará en orden descendente teniendo en cuenta los puntajes obtenidos hasta completar los cupos aprobados para cada periodo académico por el Consejo Académico de la Universidad. Los admitidos deben efectuar la matrícula en la fecha establecida por la Universidad; de lo contrario se procederá a reasignar el cupo correspondiente, si no ha sido autorizado su aplazamiento por la autoridad competente.

3.2.3. Criterios adicionales de desempate

En caso de empate entre los aspirantes al programa, se asignará el cupo teniendo en cuenta los siguientes criterios en su respectivo orden:

a. Quien haya obtenido, comparativamente, el valor más alto en el puntaje global obtenido en el Examen de Estado Saber 11°.
b. Quien haya obtenido, comparativamente, el valor más alto en la prueba de Lectura Crítica del Examen de Estado Saber 11°.
c. Quien haya obtenido, comparativamente, el valor más alto en la prueba de Sociales y Ciudadanas del Examen de Estado Saber 11°.
d. Si el empate se presenta entre aspirantes cuyas edades los hacen legalmente hábiles para ejercer el derecho al voto, se asignará el cupo al aspirante que hubiere ejercido ese derecho en las votaciones inmediatamente anteriores a la fecha de inscripción para el proceso de admisión, según lo dispuesto en el numeral 1, del Artículo 2° de la Ley 403 del 27 de agosto de 1997, por la cual se establecen estímulos para los sufragantes. Si alguno de los aspirantes no tiene edad para ejercer el derecho al voto, este criterio no se tomará en cuenta.
e. Se otorgará el cupo en el orden de inscripción generado por el sistema, según el número del consecutivo que asigna para tal fin.[10]

3.2.4. Admisiones especiales

El Programa de Ingeniería Biomédica para el proceso de admisión, atenderá el Acuerdo N°. 282 del Consejo Académico de 2017, por el cual se dictan disposiciones sobre el ingreso a la Universidad de aspirantes por la modalidad de Admisiones Especiales, contemplando los siguientes casos:

[10] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 222 de 2014. Art. 5

- Pertenecer a una comunidad o resguardo indígena
- Tener procedencia de población negra, afrocolombiana, palenquera y raizal (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina)
- Proceder de departamentos donde no existen Instituciones de Educación Superior
- Proceder de municipios de difícil acceso o con problemas de orden público
- Estar catalogado como víctima del conflicto armado interno colombiano
- Estar catalogado como desmovilizado de manera individual o en forma colectiva en procesos de paz

Los aspirantes por la modalidad de Admisiones Especiales deberán atender las disposiciones comunes y el proceso de admisión que para cada uno de los casos establece el Acuerdo No. 282 de 2017 del Consejo Académico.

4. PROPUESTA CURRICULAR

4.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

La Ingeniería Biomédica es la disciplina que aplica conceptos de las ciencias, la ingeniería, la medicina y el análisis, el diseño y otros métodos para solucionar problemas de la salud a partir de propuestas tecnológicas que mejoren la calidad de vida de los seres humanos optimizando los recursos. Sus campos de aplicación incluyen la investigación, el diseño, el desarrollo, el mantenimiento, la gestión, la regulación y la evaluación de dispositivos médicos y de sistemas para la atención de la salud. Los dispositivos pueden ser sistemas electrónicos, mecánicos y/o informáticos utilizados para la detección, el diagnóstico, el tratamiento y el soporte en diferentes patologías, entre los que se pueden citar: equipos electrónicos para el monitoreo de señales biológicas, herramientas informáticas para aplicaciones de telemedicina y apoyo al diagnóstico o para el análisis de grandes cantidades de datos biológicos e incluso implantes y prótesis.

El área de la salud no ha sido ajena a la cuarta revolución industrial, la cual a través de la convergencia de diferentes tecnologías pretende fomentar el desarrollo social y disminuir las brechas de inequidad. El desarrollo de nuevas tecnologías al servicio de la salud ha representado un foco importante para las políticas públicas actuales de los gobiernos a nivel mundial. Es allí donde los ingenieros biomédicos adquieren protagonismo para proponer estrategias innovadoras que, por ejemplo, permitan que la población tenga un acceso más equitativo y oportuno a los servicios de salud o dar soluciones personalizadas a los problemas clínicos de comunidades específicas, teniendo en cuenta las ventajas y limitaciones de su entorno.

La Universidad Industrial de Santander (UIS) se ha destacado por ser un espacio de formación de alta calidad que ha logrado su crecimiento a través de la apertura de programas de pregrado y posgrado que dan respuesta a las necesidades de su entorno social, sustentados en procesos de investigación que apoyan el desarrollo académico y profesional de la región y el país.

En acuerdo con el proyecto institucional y la visión para el año 2030[11] en donde se destaca el reconocimiento por gestionar el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida, la Universidad proyecta la formación de profesionales con la capacidad de ser interlocutores entre las diferentes tecnologías y el equipo médico y de esta manera dar respuesta a las necesidades actuales del escenario social en materia de ciencia, tecnología e innovación.

Es por ello que, siendo consciente de la importancia de ofrecer a la sociedad profesionales íntegros que den solución a las actuales problemáticas en el área de la salud, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UIS asume el reto de crear el programa de Ingeniería Biomédica.

Su diseño se basa en los requerimientos del entorno, los recursos institucionales disponibles, las exigencias de la acreditación internacional y está de la mano de los principios del modelo pedagógico institucional que propenden por la flexibilidad, el aprendizaje autónomo, la interdisciplinariedad, las metodologías activas, entre otros, para ofrecer un programa de alta calidad proyectado en ocho semestres académicos, en modalidad presencial.

[11] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Proyecto Institucional Acuerdo No. 026 de 2018 Consejo Superior. Disponible en: www.uis.edu.co.

Para esto, la Universidad Industrial de Santander cuenta con nuevos recursos de infraestructura y un gran potencial de talento humano, formado con alta calidad académica y científica, inscrito en las diferentes disciplinas de cada una de las facultades y de los grupos de investigación. Esta fortaleza institucional, a la cual se adiciona el reconocimiento como institución de alto nivel académico, son la base de la creación del Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Biomédica.

4.1.1. Estado de la oferta de educación y formación del programa académico

A continuación, se expone el panorama actual respecto a la oferta y la demanda de profesionales en Ingeniería Biomédica a nivel regional, nacional y global, y cómo el programa propuesto se enlaza con este contexto a través de su objetivo misional, para dar solución a las necesidades que actualmente plantea la sociedad.

4.1.1.1 Análisis de la oferta local, regional, nacional y global de programas similares a Ingeniería Biomédica

A partir de la revisión del Sistema Nacional de Información para la Educación Superior, SNIES[12], se encontró que en la actualidad se ofrecen 24 programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y 4 programas de pregrado en Bioingeniería (programas activos), de las cuales 21 son ofertados por Instituciones privadas y 4 son ofertados por instituciones públicas. Estos programas se encuentran ubicados en mayor medida en la ciudad de Bogotá con 8 programas, en Medellín 5, en Cali 4, en Barranquilla 2, en Cartagena 2, en Bucaramanga 2, y los restantes 5 programas están distribuidos en Pereira, Tuluá, Popayán, Manizales y Cajicá. El municipio de Bucaramanga solo cuenta con 2 instituciones de carácter privado que ofertan el programa de Ingeniería Biomédica, la Universidad Manuela Beltrán y la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), siendo el único municipio que cuenta con esta oferta académica en el departamento de Santander.

En los programas ofertados en Colombia, se encontraron diferencias en el número de créditos y en el total de semestres requeridos para la formación de sus profesionales. De los 24 programas en Ingeniería Biomédica 14 programas tienen 10 semestres académicos, 7 programas tienen 9 semestres y 3 programas tienen 8 semestres. De los 28 programas analizados el promedio del total de créditos es de 161, el número total de créditos que más se repite en las instituciones es de 154 créditos. El máximo y mínimo de total de créditos es respectivamente 183 y 134. Es importante mencionar que todos los programas consultados se ofrecen en modalidad presencial, no se encontraron evidencias de algún programa de esta área ofertado en el país en modalidad virtual o combinada por el momento. A continuación, en la Tabla 4 se observa esta oferta de programas.

[12] Consulta realizada en el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior SNIES, septiembre 2022.

Tabla 4. Programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería

Nombre Institución	Tipo de Institución	Nombre del Programa	Título que otorga el programa	Número Créditos	Semestres Duración	Municipio Oferta del Programa
Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	153	9	Bucaramanga
Universidad Manuela Beltrán - UMB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	160	10	Bucaramanga
Corporación Universitaria Reformada - CUR -	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	155	10	Barranquilla
Universidad Simón Bolívar	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	166	10	Barranquilla
Universidad Antonio Nariño	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	163	10	Cartagena
Universidad Tecnológica de Bolívar	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	169	10	Cartagena
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá D.C.
Universidad Antonio Nariño	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá D.C.
Universidad de Los Andes	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	134	8	Bogotá D.C.
Universidad ECCI	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	180	10	Bogotá D.C.
Universidad El Bosque	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	155	9	Bogotá D.C.
Universidad Manuela Beltrán - UMB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	8	Bogotá D.C.
Fundación Universitaria del Área Andina	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	162	9	Bogotá D.C.
Pontificia Universidad Javeriana	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	136	8	Bogotá D.C.
Universidad Militar-Nueva Granada	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	169	10	Cajicá
Universidad Autónoma de Occidente	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	157	9	Cali
Universidad Santiago de Cali	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	154	10	Cali
Pontificia Universidad Javeriana	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	149	8	Cali
Universidad de San Buenaventura	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	156	9	Cali
Universidad Autónoma de Manizales	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	177	10	Manizales
Instituto Tecnológico Metropolitano	Pública	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	162	10	Medellín
Universidad CES	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	161	9	Medellín
Universidad de Antioquia	Pública	Bioingeniería	Bioingeniero	183	10	Medellín
Universidad EIA	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	179	10	Medellín
Corporación Universitaria Reformada - CUR	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	155	10	Barranquilla
Institución Universitaria Visión de las Américas	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	168	10	Pereira
Universidad Antonio	Privada	Ingeniería	Ingeniero	163	10	Popayán

Nombre Institución	Tipo de Institución	Nombre del Programa	Título que otorga el programa	Número Créditos	Semestres Duración	Municipio Oferta del Programa
Nariño		Biomédica	Biomédico			
Unidad Central del Valle del Cauca	Pública	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	166	10	Tuluá

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) – Min Educación, 2022

A nivel de formación posgradual, existen 28 programas en el área biomédica activos en el territorio nacional, de los cuales 16 son ofrecidos por universidades públicas y 12 por universidades privadas. En ubicación geográfica la mayor parte de los programas se encuentran concentrados en Bogotá y Antioquia. En Santander, se ofrecen 3 programas académicos, 1 de doctorado y 2 de maestría, como se observa en la Tabla 5. De los 3 programas de posgrados ofertados en Santander, más específicamente en el municipio de Bucaramanga, 2 de ellos son de la Universidad Industrial de Santander: Doctorado en Ciencias Biomédicas y la Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas.

Tabla 5. Programas de posgrado en el área de Ingeniería Biomédica

Departamento	Doctorado	Maestría	Especialización	Total
Bogotá D.C	3	5	1	9
Antioquia	1	3	1	5
Atlántico	1	1	-	2
Bolívar	1	-	-	1
Caldas	1	1	-	2
Quindío	1	1	-	2
Risaralda	1	-	-	1
Santander	1	2	-	3
Tolima	1	-	-	1
Valle del Cauca	1	1	-	2
Total general	12	14	2	28

Fuente: Ministerio de Educación Nacional. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2022

Si bien en Colombia esta disciplina no cuenta con un número amplio de programas como el que se observa en los programas de ingeniería más tradicionales, a nivel internacional esta oferta si es amplia. En Estados Unidos, por ejemplo, entre 1990 y 2000 aumentaron de 25 a 100 programas ofertados, y para el 2015 se ubicó como uno de los programas con mayor demanda (Berglund, J. 2015). En el caso de Australia se menciona que en los últimos años estos programas han crecido en número y solo en Sídney se contaban con tres (3) instituciones que ofrecían programas en el área y 11 en todo el país (Dakos, 2015). En Italia, por su parte, de acuerdo con Riccardo Pietrabissa, presidente del Grupo Nacional de Bioingeniería, entre 2013–2014 había 13 programas con duración de tres años y 14 programas de dos años en Ingeniería Biomédica con un total de 7.500 estudiantes, 2.900 de ellos eran nuevos estudiantes y 1.500 graduados ese año.

En cuanto a la India, Sheet, D. (2015) indica que la Ingeniería Biomédica ha encontrado una creciente aceptación, ello traducido en un aumento sostenido de los programas incluso para permitir que profesionales de otras disciplinas puedan formarse en Ingeniería Biomédica, a través de programas de maestría. Un estudio más reciente de la evolución de estos programas muestra que su incremento ha sido notable especialmente durante las últimas 3 décadas. Se estima que a finales de la década de los 80 solo había unos 20 programas de estudios de posgrado disponibles, el Instituto de Tecnología Biomédica (INBIT) en 2000, informó que: más de 50 universidades

impartían al menos un programa en el campo de la biomédica, 26 de ellos se ofrecían un programa de pregrado, y en 2020 mostraba los resultados de una encuesta de seguimiento sobre los programas educativos de Ingeniería Biomédica ofrecidos en 44 países europeos, que revelaba que 182 universidades de toda Europa ofrecían 344 programas educativos, de los cuales 115 eran de pregrado y 229 eran de posgrado.

Si bien el crecimiento del número de programas ofertados es generalizado, al observar los mejores programas de Ingeniería Biomédica, de acuerdo con el Ranking de Shanghai[13], se observa una alta concentración en China y Estados Unidos. Es importante mencionar que estos países a la par son líderes actualmente en desarrollos tecnológicos. Sin embargo, dado que la Ingeniería Biomédica responde a una importante necesidad de innovación en el campo de la salud, es esperado que sea un área que no detenga su crecimiento dentro de los próximos años, requiriendo así la ampliación de la oferta de formación profesional. La oferta de los 15 mejores programas en Ingeniería Biomédica con sus correspondientes universidades se observa en la tabla a continuación.

Tabla 6. Ranking de Shanghai con las 15 mejores universidades en el mundo en el área de Ingeniería Biomédica

Posición	Institución	Programa (s) de pregrado ofrecido (s)	País	Puntaje total en el Ranking
1	Harvard University	Bioengineering Biomedical Engineering	Estados Unidos	301.3
2	Shanghai Jiao Tong University	Biomedical Engineering	China	264.6
3	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Minor Program in Biomedical Engineering	Estados Unidos	244.3
4	Stanford University	Biomedical Engineering	Estados Unidos	235.8
5	Fudan University	Biomedical Engineering Biotechnology	China	245.1
6	University of Michigan-Ann Arbor	Biomedical Engineering	Estados Unidos	227.2
7	Zhejiang University	Biomedical Engineering	China	224.2
8	Soochow University (China)	Biomedical Engineering	China	222.8.
9	Johns Hopkins University	Biomedical Engineering Biotechnology	Estados Unidos	215.7
10	Seoul National University	Bioengineering	Corea del Sur	212.4
11	National University of Singapore	Bioengineering	Singapur	211.7
12	University of Pittsburgh	Bioengineering	Estados Unidos	211.7
13	Sichuan University	Biomedical Engineering	China	210.8
14	Peking University	Biotechnology	China	223.0
15	Imperial College London	Biomedical Engineering Nanoscience & Nanotechnology	Inglaterra	207.4

Fuente: Ranking de Shanghai 2021

De acuerdo con lo presentado en la tabla se observa que de las 15 mejores universidades que ofrecen programas en el área de la Ingeniería Biomédica 6 se ubican en Estados Unidos y 6 en

[13] El Ranking de Shanghai utiliza seis indicadores objetivos para clasificar las universidades del mundo. Estos indicadores son el número de alumnos y profesores que han ganado premios Nobel y medallas Fields, el número de investigadores altamente citados, el número de artículos publicados en revistas de Nature y Science, el número de artículos indexados en Science Citation Index - Expanded (SCIE) y Social Sciences Citation Index (SSCI), y el rendimiento per cápita respecto al tamaño de una institución.

China. Para el caso de América Latina, sólo la Universidad de Sao Paulo, localizada en Brasil, se ubica en el ranking con los programas: i) *Biomedical Engineering, ii) Biochemical Pharmacy, iii) Biological Science* y *iv) Biomedical Informatics*.

4.1.1.2 Análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico y tecnológico que se podrían materializar con el programa de Ingeniería Biomédica

Los avances tecnológicos del último siglo han dado paso al nacimiento de nuevos campos que han determinado transformaciones en la sociedad moderna y en las acciones habituales de la vida en comunidad.

Podemos decir que la tecnología ha impulsado la transformación de la economía global, impactando los estándares de vida y las preferencias del consumidor. Igualmente, ha permitido la evolución de la industria y otros campos a los cuales indiscutiblemente la ingeniería no ha sido ajena. En este sentido la tecnología moderna ha generado nuevos campos de ingeniería, entre ellos la Ingeniería Biomédica. En los últimos años su importancia se ha incrementado debido a su alto impacto en el diseño de máquinas, dispositivos y procesos que coadyuvan en la solución de problemas relacionados con la prevención, promoción, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades en el ser humano. Lo anterior, ha permitido, a su vez, mejorar los servicios de atención integral del paciente y de los sistemas de salud.

En consecuencia, el desarrollo de la disciplina y su aporte al desarrollo tecnológico en salud ha aportado a la mejora del entorno socioeconómico. Como lo indicaba Wolf (1967) en el boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana y lo reafirmó la ONU en la declaración de los objetivos de desarrollo sostenible la salud es un factor condicionante del desarrollo socioeconómico de una nación, "Para lograr el desarrollo sostenible es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos a cualquier edad."

Lo anterior se fundamenta en que, al apalancar el logro del objetivo de cualquier sistema de salud de un desempeño pleno que mejore el acceso, la eficiencia y la calidad en la atención, diagnóstico y tratamiento, se contribuye a la mejora de la salud y la calidad de vida de los seres humanos.

En este sentido, el profesional de Ingeniería Biomédica impacta de forma positiva el desarrollo del área de la salud y, por lo tanto, del país donde se aplican sus conocimientos, al participar como actor en el sector de las tecnologías sanitarias y los dispositivos médicos, campos que, sin duda, están sujetos a una mayor introducción de innovaciones, asociadas tanto al diagnóstico como al tratamiento de enfermedades.

Patentes

De acuerdo a la información publicada en el año 2022 por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual[14], WIPO por sus siglas en inglés, en 2020, el último año del que se dispone de datos completos debido al retraso entre aplicación y publicación, la tecnología informática/ – computer technology fue la tecnología que se presentó con más frecuencia en solicitudes de patentes publicadas en todo el mundo, lo que representa una décima parte de todas las solicitudes

[14] World Intellectual Property Organization (WIPO) (2022). World Intellectual Property Indicators 2022. Geneva. WIPO. DOI:10.34667/ tind.47082. Disponible en https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-941-2022-en-world-intellectual-property-indicators-2022.pdf

publicadas (10,2% del total mundial). Le siguió maquinaria eléctrica / electrical machinery (6,5%), medición/ measurement (5,7%), comunicación digital/digital communication (5,1%) y tecnología médica/ medical technology con 159.456 aplicaciones publicadas correspondientes al 5% como se muestra en la Tabla 7. Estos cinco campos han ocupado los cinco primeros lugares en el ranking desde 2012, aunque en un orden variable. Juntos, estos cinco campos representaron el 32,6 % de todas las solicitudes publicadas a nivel mundial en 2020, lo que representa cinco puntos porcentuales por encima de su participación global una década antes en 2010.

Tabla 7. Solicitudes de patentes publicadas en todo el mundo por campo de tecnología, 2010, 2015 y 2020

		Number of published applications			Share of total (%)	Average growth (%)
Field of technology		**2010**	**2015**	**2020**	**2020**	**2010–2020**
Electrical engineering	Electrical machinery, apparatus, energy	116,573	181,185	205,816	6.5	5.8
	Audio-visual technology	77,858	78,662	92,903	2.9	1.8
	Telecommunications	56,416	52,637	55,537	1.8	-0.2
	Digital communication	77,892	124,354	162,501	5.1	7.6
	Basic communication processes	16,592	16,578	18,518	0.6	1.1
	Computer technology	128,882	194,563	323,595	10.2	9.6
	IT methods for management	23,203	42,644	78,952	2.5	13.0
	Semiconductors	76,546	84,614	96,823	3.1	2.4
Instruments	Optics	63,953	66,595	73,401	2.3	1.4
	Measurement	77,745	125,143	180,737	5.7	8.8
	Analysis of biological materials	11,598	15,448	19,387	0.6	5.3
	Control	29,136	50,585	76,421	2.4	10.1
	Medical technology	79,154	111,908	159,456	5.0	7.3
Chemistry	Organic fine chemistry	54,937	63,720	61,710	2.0	1.2
	Biotechnology	39,559	55,240	70,099	2.2	5.9
	Pharmaceuticals	71,285	102,590	92,990	2.9	2.7
	Macromolecular chemistry, polymers	28,771	45,864	47,974	1.5	5.2
	Food chemistry	28,243	63,863	44,436	1.4	4.6
	Basic materials chemistry	44,921	82,569	69,304	2.2	4.4
	Materials, metallurgy	38,068	64,570	69,154	2.2	6.2
	Surface technology, coating	33,023	43,393	47,410	1.5	3.7
	Micro-structural and nano-technology	3,553	5,112	5,429	0.2	4.3
	Chemical engineering	37,391	61,215	96,626	3.1	10.0
	Environmental technology	25,950	43,171	62,258	2.0	9.1
Mechanical engineering	Handling	43,106	69,045	99,511	3.1	8.7
	Machine tools	43,597	77,605	104,275	3.3	9.1
	Engines, pumps, turbines	48,868	65,946	58,732	1.9	1.9
	Textile and paper machines	31,114	39,146	44,581	1.4	3.7
	Other special machines	50,275	91,141	118,031	3.7	8.9
	Thermal processes and apparatus	29,955	43,610	53,451	1.7	6.0
	Mechanical elements	46,697	70,522	75,684	2.4	4.9
	Transport	67,788	106,873	139,785	4.4	7.5
Other fields	Furniture, games	43,112	63,090	74,505	2.4	5.6
	Other consumer goods	32,552	51,570	59,255	1.9	6.2
	Civil engineering	57,131	90,940	123,035	3.9	8.0
	Unknown	5,810	4,967	932	0.0	-16.7
Total		**1,741,254**	**2,550,678**	**3,163,214**	**100.0**	**6.2**

Fuente: World Intellectual Property Indicators 2022

De acuerdo al mismo informe, durante el periodo 2018-2020, los países con mayor número de solicitudes de patentes publicadas en el campo de la tecnología médica fueron Países Bajos, Suiza, Estados Unidos y República Rusa., como lo muestra la Tabla 8.

Tabla 8. Distribución de solicitudes de patentes publicadas por campo tecnológico para los 10 principales orígenes, 2018-2020

	Origin									
Field of technology	China	US	Japan	Republic of Korea	Germany	France	UK	Switzerland	Netherlands	Russian Federation
Electrical machinery, apparatus, energy	6.4	4.2	9.9	8.4	9.1	6.4	5.3	6.3	6.6	3.8
Audio-visual technology	2.4	2.7	4.3	4.8	1.5	1.9	1.9	0.9	1.8	0.6
Telecommunications	1.6	2.2	2.2	2.4	1.0	1.6	1.5	0.6	1.3	1.4
Digital communication	4.8	7.6	2.9	5.8	2.0	3.5	2.7	1.4	2.4	0.9
Basic communication processes	0.3	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.3	0.8	0.9
Computer technology	10.0	12.2	5.9	8.4	3.6	4.9	8.3	2.5	5.9	3.2
IT methods for management	2.5	2.8	1.7	3.4	0.6	0.9	1.4	0.8	0.5	0.7
Semiconductors	1.7	2.7	5.3	6.4	2.0	2.3	1.4	0.8	3.0	0.8
Optics	1.4	1.9	5.7	3.0	1.8	2.1	1.8	0.9	5.8	0.8
Measurement	6.7	3.9	4.8	3.7	6.4	4.8	4.7	8.1	5.6	8.3
Analysis of biological materials	0.5	0.9	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.1	0.7	2.1
Control	2.7	2.3	2.6	1.9	2.4	1.5	1.6	1.7	1.2	1.8
Medical technology	3.2	9.0	3.6	4.1	4.4	5.0	7.3	9.3	12.8	8.9
Organic fine chemistry	1.7	2.7	1.4	2.0	2.8	4.5	4.0	5.3	4.0	1.7
Biotechnology	1.6	4.2	1.1	1.7	2.0	3.1	5.0	5.9	3.7	2.1
Pharmaceuticals	2.1	6.1	1.3	2.1	2.4	4.3	7.5	9.7	3.7	4.3
Macromolecular chemistry, polymers	1.6	1.3	2.4	1.5	1.9	2.0	0.8	1.7	2.7	0.9
Food chemistry	2.4	1.0	0.8	2.1	0.4	1.0	0.8	3.3	3.4	5.9
Basic materials chemistry	2.9	2.3	2.2	1.8	2.8	2.3	2.3	3.0	3.8	2.8
Materials, metallurgy	3.0	1.2	2.4	1.9	1.9	2.4	1.4	1.4	0.9	4.2
Surface technology, coating	1.4	1.2	2.5	1.5	1.6	1.7	1.0	1.5	1.6	1.4
Micro-structural and nano-technology	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.8
Chemical engineering	4.2	2.2	1.5	2.3	2.6	2.8	3.0	2.4	2.4	4.0
Environmental technology	2.9	1.1	1.1	1.6	1.5	1.3	1.7	0.8	1.4	2.7
Handling	3.6	2.2	3.2	2.3	3.3	2.5	2.5	6.0	3.1	1.2
Machine tools	4.9	1.6	2.4	1.9	3.6	1.3	1.3	1.9	1.2	2.4
Engines, pumps, turbines	1.3	1.9	2.6	1.7	5.0	4.5	3.6	1.4	0.9	4.4
Textile and paper machines	1.5	0.9	2.5	0.8	1.5	0.7	1.0	2.0	1.4	0.5
Other special machines	4.7	3.3	2.9	3.1	4.1	4.3	2.9	2.7	5.1	5.9
Thermal processes and apparatus	2.1	0.9	1.8	1.9	1.5	1.6	0.9	0.9	0.9	1.8
Mechanical elements	2.0	1.9	3.1	2.3	6.8	4.3	3.1	1.9	1.4	4.1
Transport	3.2	3.9	6.2	4.8	11.4	11.5	5.2	2.0	2.4	5.5
Furniture, games	2.2	2.2	4.5	2.6	1.8	1.5	2.6	2.4	2.2	1.3
Other consumer goods	1.7	1.8	1.5	3.0	1.8	2.6	5.1	6.4	2.2	1.1
Civil engineering	4.6	2.9	2.3	3.9	3.2	3.0	4.5	2.2	3.0	6.9

Fuente: World Intellectual Property Indicators 2022

Según datos de la Superintendencia de Industria y Comercio, en su calidad de autoridad para la Propiedad Industrial, durante el periodo 2019-2022, Colombia le apostó al desarrollo de la tecnología médica con la presentación de 238 solicitudes de patentes en áreas como dispositivos odontológicos, dispositivos para cirugía e instrumentos para monitorear órganos y métodos para

regenerar tejidos; las cuales fueron presentadas principalmente por universidades, independientes y empresas.[15]

Retos presentes y futuros

En el año 2011 el American Institute for Medical and Biological Engineering (AIMBE) para conmemorar su aniversario número 20 creó un comité de expertos para que determinaran los principales retos que afrontarán en el mundo los ingenieros que apoyan las áreas biológicas y médicas durante los siguientes 20 años. De acuerdo con las conclusiones se encuentra que estas áreas pertinentes son:

1. **Ingeniería para el suministro seguro y sostenible de agua y alimentos**. Dentro de esta área se destaca la necesidad de mejorar los sistemas de medición y control para la calidad de vida del ser humano: los avances de ingeniería en sensores, instrumentación, potencia de computación y herramientas analíticas de sistemas difusos / suaves para que puedan aplicarse al problema de la cuantificación de los conceptos de bienestar y calidad de vida de manera que permita la presentación de informes, la gestión y el control. Conceptos como el bienestar representan una integración compleja física, de actitud y sensible al contexto de múltiples factores que están más allá de nuestra capacidad de medir o integrar con precisión en la actualidad. Sin embargo, los avances en las ciencias médicas, psicológicas y sociales se pueden combinar con la ingeniería para desarrollar sensores de trabajo y sistemas de soporte de decisiones para la condición humana.

2. **Mejora y desarrollo de sistemas personalizados de salud**. En esta área se menciona la creación de perfiles genéticos individuales para proporcionar terapias adaptadas a cada paciente. Pero también el desarrollo de sistemas de tele monitorización y telemedicina para poder realizar seguimiento de pacientes en áreas remotas o desde sus casas sin necesidad de hospitalizarlos; el desarrollo de tecnologías para recuperar funciones motoras en pacientes que tienen lesiones en la médula espinal; el desarrollo de prótesis para reemplazar órganos perdidos en accidentes; la creación de una base de datos de imágenes médicas global que pueda ser empleada como soporte al diagnóstico médico; el desarrollo de nuevos mecanismos médicos de diagnóstico de imagen no invasivos, prevenir la lesión cerebral traumática en poblaciones en riesgo y reducir el desarrollo de enfermedades secundarias y otros resultados adversos, desarrollar mejores mecanismos para la administración de insulina para el creciente número de diabéticos y un largo etcétera.

3. **La creación de soluciones orientadas al tratamiento de enfermedades crónicas**. Estas enfermedades, en buena parte debido al progresivo envejecimiento de la población, serán cada vez más prevalentes. Debe hacerse un énfasis cada vez mayor en la medicina regenerativa, que no busca el tratamiento paliativo de una enfermedad sino su auténtica curación. En este sentido, el desarrollo de biomateriales o la ingeniería de tejidos serán dos de los campos donde se realicen aportaciones más importantes. También deberá hacerse un énfasis en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como

[15] https://www.sic.gov.co/ruta-pi/mayo-2022/propiedad-industrial/avances-en-las-concesiones-de-patentes-periodo-2019-2022

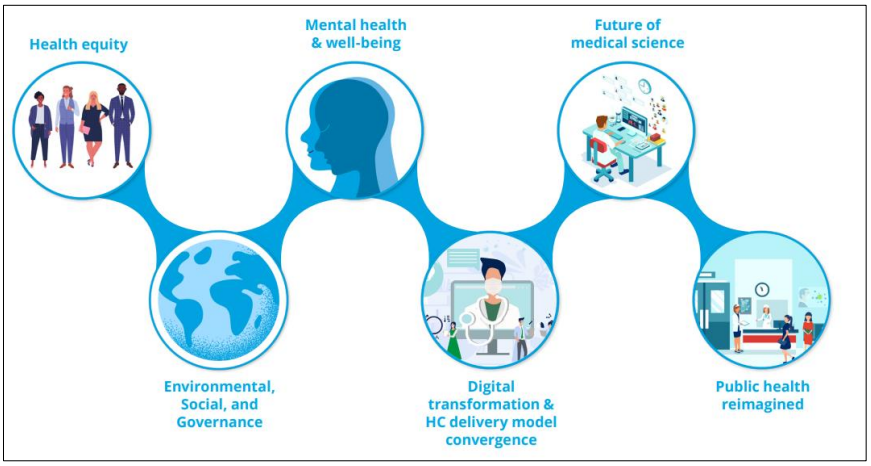
Alzheimer o Parkinson, y en técnicas de regeneración de órganos humanos, a través del crecimiento y especialización de células. El tratamiento de las enfermedades cardíacas y de dispositivos de apoyo no invasivos también es un punto clave. Igualmente, será importante el establecimiento de protocolos de prueba que pronostiquen con precisión las respuestas del tejido humano y la sangre a los materiales y medicinas. El desarrollo de materiales y dispositivos inteligentes para aplicaciones in vitro e in vivo. Cambiar el concepto de biomateriales biocompatibles a materiales que promuevan la curación y la integración con el cuerpo.

4. **Desarrollar soluciones para gestionar la salud global a través de la prevención y el tratamiento de enfermedades infecciosas**. Será especialmente importante el desarrollo de soluciones que sean aplicables a países en vías de desarrollo que suelen tener pocos recursos económicos. Enfermedades como la malaria, tuberculosis, sida y diarrea siguen siendo las enfermedades que tienen un mayor impacto en estos países y sobre las que deberá realizarse un especial esfuerzo. También será de interés el desarrollo de métodos de purificación y desalinización de agua de bajo coste.

5. **El desarrollo de fuentes sostenibles de bioenergía**. Algo que será clave para dar soporte a una población cada vez más numerosa en el mundo. En este sentido, también resulta interesante la disminución del uso de agua en la producción de energía, que en la actualidad suele ser bastante elevado.

Según el informe Global Health Care Outlook[16], de la consultora Deloitte, para 2022 se determinaron los siguientes puntos importantes para tener en cuenta en lo concerniente a los desafíos de los sistemas de salud en las próximas décadas:

Figura 1. Desafíos del sistema de salud en las próximas décadas



Fuente: Informe 2022 Global Health Care Outlook, Consultora Deloitte (2022)

16 https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/perspectives/2022/gx-health-care-outlook-Final.pdf

- **La equidad en salud.** Es más que un acceso equitativo a la atención, es la capacidad de realizar el potencial humano en todos los aspectos de la salud y bienestar. Es una oportunidad para lograr un estado general de bienestar que abarca desde el punto de vista clínico, mental, social, emocional, salud física y espiritual, y está influenciada no solo por la atención médica, sino también por factores sociales, económicos y ambientales.
- **Ambientales, sociales y gobernanza.** La comunidad de salud pública ha calificado al cambio climático como la mayor amenaza para la salud pública del siglo XXI. Ningún país o continente es inmune a los impactos en la salud del empeoramiento del cambio climático global. El humo de los incendios forestales y los recuentos más altos de polen pueden provocar problemas respiratorios. El calor extremo y las sequías pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y golpes de calor. La biodiversidad también plantea riesgos para el microbioma humano, amenazando con cambios perjudiciales para nuestro sistema inmunológico y mental.
- **Salud mental y bienestar.** Las agencias de salud pública han advertido que una ola de depresión y ansiedad, el trastorno de estrés postraumático y otros trastornos mentales están en el horizonte en las próximas décadas debido a las múltiples crisis en 2020 derivadas del Covid 19, lo que incita a llamados de acción urgentes. Además de los impactos del COVID-19, múltiples estudios han encontrado un fuerte vínculo entre el uso intensivo de las redes sociales y un mayor riesgo de depresión, ansiedad, soledad, autolesiones e incluso pensamientos suicidas. En este contexto, coadyuvar en acciones para mejorar la salud mental también está ascendiendo en la lista de prioridades en debates sobre equidad en salud entre el gobierno, el proveedor, el plan de salud y el empleador.
- **Transformación digital y salud convergencia del modelo de prestación de atención.** La prestación de atención médica ha estado bajo una presión y un escrutinio cada vez más intensos, durante la pandemia de COVID-19, pues los sistemas de salud de todo el mundo luchan con el aumento vertiginoso del número de pacientes, el agotamiento de los empleados y la escasez de mano de obra, interrupciones en la cadena de suministro y escasez de equipos, e instalaciones insuficientes y/o anticuadas. En lo referente a infraestructura las preocupaciones incluyen la disponibilidad de camas de cuidados intensivos, ventiladores y equipo de protección personal.
- **Futuro de la Ciencia Médica.** La ciencia médica está siendo transformada actualmente por descubrimientos científicos que harán avanzar la forma en que se diagnostican y tratan diferentes enfermedades. Avances en medicina digital, nanomedicina, genómica, microbiometría/metabolómica y otros están ocurriendo a un ritmo exponencial y sin precedentes, basándose en estructuras y tiempos de ensayos clínicos transformados, participantes disruptivos del mercado y una mayor participación de los consumidores.
- **Salud pública reinventada.** La pandemia de COVID-19 ha cambiado la dinámica de la salud pública. El alcance y la persistencia de esta crisis global expuso vulnerabilidades en los sistemas de salud pública de los países y afectó su capacidad para detectar y responder de manera efectiva a la emergencia en continuo cambio de una manera multidimensional que podría haber mitigado su impacto. A pesar de algunos éxitos (Nueva Zelanda y Corea del Sur, por ejemplo), los sistemas de muchas naciones para la vigilancia de

enfermedades, el manejo de brotes y el contacto, el rastreo y el seguimiento han resultado inadecuados para la escala de los brotes iniciales y posteriores de la pandemia.

Oportunidades desde el sector económico

Desde el sector económico se observa un escenario positivo para la demanda de profesionales en Ingeniería Biomédica, pues el buen desempeño del sector salud que los acoge muestra variaciones positivas en los últimos años a nivel internacional, nacional y regional como lo muestran las diferentes fuentes que se relacionan a continuación:

En el marco de la Misión de Crecimiento Verde, del Departamento Nacional de Planeación (DNP), se adelantó el estudio "Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia"[17], en el que se identificó al sector salud como uno de los de mayor potencial de crecimiento e impacto en el país para para apalancar el desarrollo de la Bioeconomía nacional por lo cual realizó un análisis exhaustivo del sector resaltando:

- De acuerdo con el informe 2017 Global health care sector Outlook (Deloitte, 2017), para el 2020 el promedio del crecimiento del sector será de 4,56%, donde las economías en transición tendrán el mayor porcentaje (7,5%), seguido de Asia y Australia (5%) y Norte América (4,3%), siendo América Latina el de menor crecimiento (2,4%).
- El porcentaje de gasto respecto al producto interno bruto aumentará ligeramente de un 10,4% en 2015 a un 10,5% en 2020 alcanzando los 8,7 trillones de dólares. El 50% de los gastos serán dedicados a enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades respiratorias. Igualmente, se realizarán gastos enfocados a enfermedades infectocontagiosas (por ejemplo, VIH-SIDA, ZIKA), diabetes y enfermedades neurodegenerativas.
- En Colombia, el sector salud es uno de los de mayor proyección de crecimiento en el país, en el informe Healthcare Resource Guide (Healthcare Resourse Guide, s.f.), Colombia presenta un crecimiento anual compuesto constante de 12% (2013-2018) para el mercado de dispositivos médicos, siendo el cuarto mercado en Latinoamérica con un valor de 1,2 billones de dólares para el 2014.
- En Colombia, el presupuesto en inversión pública en el sector salud para 2017 fue de 22,2 billones COP y de acuerdo con el informe de resultados financieros del sector salud número 2, de julio de 2017 de la Superintendencia Nacional de Salud, en 2016 existían 6.114 entidades que se desempañaban como IPS (tanto públicas como privadas) con unos ingresos totales de $49,002 miles de millones COP. Este presupuesto ha continuado en aumento siendo 24,6 billones COP en 2018, 29,5 billones COP en 2019, un presupuesto de 30,9 billones COP para 2020 y para 2021 un presupuesto de 36,05 billones COP, lo que quiere decir que tuvo un aumento de 16.6% respecto al año anterior. En 2021, se

[17] en asocio con la Universidad EAFIT y la consultora española SILO, y con el apoyo de la Universidad de Medellín y la Corporación Universitaria Lasallista

resalta que es la primera vez que el presupuesto destinado a la salud supera el destinado al sector de defensa que contará el próximo año con $35 billones de pesos.

- De acuerdo con los datos de la plataforma de análisis sectorial Datlas de Bancoldex, el sector salud ha mostrado un crecimiento en la generación de empleo en el último decenio, alcanzado la cifra de 429.800 empleos en 2016.
- La producción total del sector salud en Colombia es de 52.654 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 7.4% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia marcada creciente en los últimos años, que puede ser interpretada como señal de estabilidad económica. La producción del sector salud se cuadruplicó entre el año 2000 y el 2016; a 2016 la cifra de producción del sector salud es 4.3 veces mayor a la del año 2000, representando un crecimiento nominal de $2.729 miles de millones de pesos para el rango, equivalente a un 430.5% en 16 años.

En cuanto a la dinámica de creación de empresas en el sector, la Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud ADRES, del Ministerio de la Salud y la Protección Social en su lista de proveedores mostraba a septiembre de 2019, 4.283 IPS con cuentas registradas para giro directo desde la nación, cifra que para ese mismo mes estaba en 4.123 en 2018 y en 4.106 en 2017, lo que evidencia un pequeño aumento anual sostenido.

Respecto a la dinámica de creación de empresas presentada por Confecamaras en 2021, se registra una variación en el primer trimestre de 2020 y el primero de 2021 del 36,01% para la creación de nuevas empresas en el sector relacionado con Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social. De acuerdo con los registros, durante el primer semestre de 2020 se tuvo un registro de 1.669 y para 2021 en el mismo rango de tiempo un registro de 2.271.

Ahora bien, a nivel local de acuerdo con el Informe de Calidad de Vida del programa Bucaramanga Cómo vamos del año 2022 Bucaramanga y los municipios del área metropolitana incrementaron la inversión en salud de manera constante. En 2020, por ejemplo, el incremento fue de 16% con respecto a 2019 y en 2021 la inversión en salud aumentó 7,3% respecto a 2020. Especialmente, en el periodo 2019-2021 en todos los municipios del área metropolitana, el porcentaje de recursos invertidos en salud se concentraron en su mayoría en el régimen subsidiado.

Es importante resaltar, de acuerdo con la Cámara de Comercio de Bucaramanga que para el tercer trimestre de 2021 el PIB nacional creció 13,2% respecto al mismo periodo de 2020, lo cual significó un crecimiento de 10,3% en lo corrido del año hasta el mes de septiembre, y destaca, que dentro de las actividades económicas que más contribuyeron en este crecimiento se encuentran las actividades relacionadas con atención de la salud humana y de servicios sociales.

4.1.1.3 Desafíos académicos, formativos, de extensión y/o científicos que atiende el programa de Ingeniería Biomédica

A partir de los mostrado en el apartado anterior, se evidencia que existe una tendencia hacia el desarrollo de una medicina preventiva y personalizada que requiere el apoyo indiscutible de la Ingeniería Biomédica.

El aumento de la esperanza de vida es un factor crucial a tener en cuenta. De acuerdo con la OMS para el año 2050 la mayor parte de la población mundial tendrá una esperanza de vida igual o superior a los 60 años, se espera que la población en esa franja de edad llegue casi a los 2.000 millones, es decir, el porcentaje de los habitantes del planeta mayores de 60 años casi se duplicará, pasando del 12% al 22%. Para Colombia se espera una tendencia incremental similar; Instituto de Métrica y Evaluación de la Salud (IHME) de la Universidad de Washington en Estados Unidos, indica que para el año 2040 la esperanza de vida de los colombianos será de 81 años. Sin embargo, las causas de muerte en nuestro país serán un tanto diferentes a las del resto del mundo. El Instituto informa que para ese año los 5 principales factores que incidirán en la salud a nivel mundial serán presión arterial alta, el índice de masa corporal alto, el alto nivel de azúcar en sangre, el consumo de tabaco y el consumo de alcohol, mientras que para el caso colombiano las principales causas de muerte serán la cardiopatía isquémica, el Alzheimer, la enfermedad renal crónica, el accidente cerebrovascular y la diabetes. Esta tendencia del aumento de la esperanza de vida prevé la necesidad de contar con ayudas técnicas y dispositivos electrónicos para el adulto mayor, además, de la necesidad de dispositivos que permitan el tratamiento de enfermedades actuales.

En este contexto los ingenieros biomédicos son fundamentales para el sector salud en el futuro cercano, pues son ellos quienes utilizan sus conocimientos de ingeniería y sobre problemas médicos para diseñar, desarrollar, probar y mantener los equipamientos que utilizan los profesionales de la medicina moderna, los cuales basan su desarrollo en equipos altamente sofisticados, tales como máquinas de rayos X, equipos de anestesia, máquinas automatizadas de análisis de sangre, y máquinas que controlan el funcionamiento del corazón, los pulmones y los riñones, por lo que integrar profesionales con conocimientos en el área resulta fundamental.

Además, con la reciente crisis de la pandemia derivada del Covid 19, los ingenieros biomédicos demostraron que pueden ayudar a la sociedad a prepararse para mitigar de alguna manera graves crisis de salud como la causada por la pandemia, coadyuvando en la prevención de la propagación de enfermedades infecciosas y en el tratamiento de pacientes mediante el diseño y la fabricación de ventiladores para el tratamiento de pacientes que ya están enfermos, pero también a través del desarrollo e implementación de tecnologías para la detección rápida de virus y para diagnosticar otro tipo de enfermedades virales.

En el caso de Colombia, derivado de los profundos problemas estructurales que ha tenido el sector salud en el país, los ingenieros biomédicos se identifican como profesionales necesarios en la transformación requerida por el sistema de salud colombiano y en el esfuerzo del gobierno por aprovechar el potencial de la bioeconomía. Además, si bien Colombia muestra algunas barreras para un mayor desarrollo en el campo biomédico, se tiene una buena base científica para lograrlo, pues el país ya cuenta con empresas que han dado sus primeros pasos en producción de bienes y servicios de última tecnología, lo cual resulta fundamental para mejorar el desarrollo tecnológico en el país desde el sector salud. A pesar de que en el país se tienen definidas unas inversiones anuales para este sector por parte del erario público, gran parte va enfocado a la prevención, el cuidado y la salud pública, y sólo una pequeña parte a la innovación y generación de servicios o productos, lo cual presenta un desafío alto, pues además de las empresas y los recursos físicos y tecnológicos para que se innove en infraestructura y equipos, desde y para Colombia, se necesita que en la academia exista también una formación de nuevos profesionales y por ende de recursos financieros.

Para el área metropolitana de Bucaramanga es de resaltar la gran importancia que representan las dos zonas francas en salud: la Foscal Internacional y el Hospital Internacional de Colombia, que hace parte de la Fundación Cardiovascular de Colombia, siendo esta última una de las empresas más innovadoras del país, lo cual fomenta condiciones idóneas para la formación de profesionales de alta calidad en el área que, a futuro, puedan emplearse en este tipo de instituciones. Ello es fundamental, además para promover la retención de los profesionales formados en la región y evitar una fuga de cerebros debido a problemas sistemáticos en el sector.

Por último, tal como se expresó en el informe "El aporte de la biotecnología médica frente a la pandemia de COVID-19 y lecciones para su desarrollo mediante las estrategias nacionales de bioeconomía" la respuesta a la pandemia de COVID-19 en Colombia ha permitido un impulso sin precedentes en la cooperación público-privada, que ha impactado —y debería seguir impactando— las actividades de biotecnología médica y biomedicina (CEPAL, 2020). Por parte del Estado colombiano se financiaron actividades de investigación y desarrollo y el sector conformado por cajas de compensación familiar, Organizaciones Sin Ánimo de Lucro y fundaciones también han realizado aportes económicos para la ejecución de proyectos de investigación para el manejo de la pandemia. También surgieron externalidades positivas que impactan el ecosistema de salud y el de innovación y desarrollo en biotecnología médica y biomedicina.

Ello se refleja en cambios en las dinámicas de relación universidad y empresa; integración entre tecnologías de la cuarta revolución industrial y las ciencias de la vida, participación del sector privado en actividades de investigación y desarrollo e innovación (I+D+i), cambios en el modelo estatal de asignación y priorización de recursos y en los procesos regulatorios. Lo anterior, permite dirimir posibles áreas de investigación en las cuales podría apoyarse un futuro programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Industrial de Santander, en el cual, se priorice el desarrollo de necesidades futuras en áreas como la instrumentación, diseño de equipos médicos, la aplicación de tecnologías computacionales y la estadística a la gestión y análisis de datos biológicos, entre otras.

4.1.2. Justificación de la modalidad y del lugar en que se desarrollará el programa

La modalidad en la que se ofertará el programa de Ingeniería Biomédica será presencial, atendiendo principalmente a las necesidades del público que se espera atender y la complejidad que demanda la integración de saberes de la ciencia, la medicina y la ingeniería.

El desarrollo integral de saberes de la ciencia, la medicina y la ingeniería y el compromiso de formación técnico-científica del programa, requiere de ambientes de aprendizaje como laboratorios, salas de cómputo, escenarios de práctica que le permitan al estudiante experimentar para una mejor comprensión de los fenómenos y conceptos y para el desarrollo de competencias técnicas y procedimentales complejas que requiere en su ejercicio profesional. Se debe además proporcionar un espacio de trabajo colaborativo e interacción con compañeros de clase, que permita el desarrollo de competencias de trabajo en equipos interdisciplinares, el fomento de un espíritu participativo, crítico y argumentativo, mediante la solución conjunta de las situaciones problémicas llevadas al escenario de aprendizaje.

Por el carácter público de la UIS y teniendo en cuenta que el programa se ofertará en el campus metropolitano de Bucaramanga, se espera que los admitidos sean principalmente recién graduados de colegios oficiales del área metropolitana cuyos municipios son Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón. De acuerdo con el seguimiento que hace la Universidad a los estudiantes de primer ingreso a través del programa SEA, se observa que estos estudiantes requieren una formación especial de competencias que permitan complementar la formación en áreas como matemáticas, física, química y lecto- escritura, que su falta de familiaridad con formación autodirigida es alta y que en promedio, el 60% son de estratos 1 y 2, con contextos de aprendizaje limitados en acceso a recursos tecnológicos que les impide acceder con facilidad a recursos educativos alojados en el ciberespacio.

Teniendo en cuenta este perfil de los estudiantes, la modalidad presencial le permite al programa priorizar un modelo de formación basado en el desarrollo de las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en los estudiantes, fortalecido con la realización de prácticas de laboratorios, talleres y proyectos integradores, realizadas con un acompañamiento directo del profesor, de forma tal que se puedan evidenciar, efectivamente, el dominio del área en todos sus aspectos.

En contraste con las necesidades de los estudiantes se encuentra la capacidad de la Universidad para ofrecer los ambientes de aprendizaje requeridos para la interacción física y sincrónica que demanda la modalidad presencial. La alta inversión que ha realizado en los últimos años en nuevos espacios de infraestructura física, así como la modernización de los existentes favorecen el desarrollo de los procesos misionales y el bienestar de la comunidad. Ejemplo de esto son las nuevas instalaciones de Floridablanca, donde se desarrollarán la mayor parte de las actividades del programa. Actualmente el campus se encuentra en proceso de dotación de espacios para el funcionamiento de laboratorios, salas de cómputo y aulas de clase. Además, se realizará una dotación bibliográfica completa.

Se destaca, también, que este campus se encuentra estratégicamente ubicado en el municipio de Floridablanca, muy cerca a instituciones de salud, que hoy día son focos de desarrollo e importantes innovaciones en el sector salud. Es importante señalar, que la apertura del programa en este campus garantizará una cómoda movilidad de los estudiantes que residan en el área metropolitana, es decir, en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Por otra parte, el programa de Ingeniería Biomédica no sólo permitirá la movilidad de los aspirantes de la región, sino también de aspirantes de otros departamentos cercanos.

Además, haciendo un análisis de las tablas a continuación a la luz de los lineamientos institucionales, se observa que el programa cumple con las características de un programa presencial.

i) Relación horas de trabajo del estudiante con interacción con el docente (HIP) y horas de trabajo independiente del estudiante (HTI)

HIP	HTI
162 (43%)	216 (57%)

El 43% de las horas de trabajo del estudiante son con acompañamiento del docente, supera 33% de una relación 1:2 tradicional en la modalidad presencial.

ii) Número de horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor, sincrónicas y asincrónicas. La relación HIP, debe considerar las HTI con el nivel de desarrollo de la competencia de aprendizaje autónomo que se ha determinado debe haber alcanzado el estudiante en cada nivel de los programas de formación.

HIP	
Sincrónico	**Asincrónico**
162 (100%)	0

iii) Número de horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor sincrónicas en espacios físicos o en línea

HIP	
Sincrónico	
Espacios físicos	En línea
130 (80%)	32 (20%)

El 100% de las horas de interacción con el docente son sincrónicas; de estas horas sincrónicas el 20% son en línea, principales características de la modalidad presencial de acuerdo con los lineamientos de la Universidad. Bajo este análisis se concluye que el programa es presencial.

4.1.3. Necesidades de la región y del país y su articulación con la propuesta curricular

Históricamente a nivel nacional y regional han existido profundas brechas de inequidad en lo que respecta al acceso a los servicios de salud. Especialmente por la accidentada geografía de la región santandereana, estas brechas se han ampliado aún más por la dificultad de las personas para desplazarse a sitios de referencia para recibir los servicios de salud que necesiten. De acuerdo con la misión de sabios convocada en el 2019, uno de los principales focos estratégicos de desarrollo son las ciencias de la salud y la vida, para lo cual se requiere de innovación en el sector salud para intentar cerrar dichas brechas. Con esto en mente, el programa de Ingeniería Biomédica pretende formar profesionales capaces de proponer innovaciones desde diferentes enfoques para mejorar los sistemas de salud y así mismo la calidad de vida de la sociedad. A continuación, se explica más profundamente como el programa de Ingeniería Biomédica se articula con su contexto para aportar en la resolución de las necesidades de su contexto.

4.1.3.1 Articulación del programa con el contexto social, cultural, ambiental, tecnológico, económico y científico en el que se desarrolla, a través de la consideración de políticas y planes de desarrollo a nivel regional, nacional y global

El sector salud es importante para el desarrollo de la economía y la sociedad pues provee un porcentaje significativo de empleos en el mundo. Característica importante en este análisis pues como se ha expuesto en apartados anteriores, es un sector que incorpora laboralmente a los ingenieros biomédicos y ha mostrado una tendencia al crecimiento durante los últimos años, tanto a nivel nacional como internacional, especialmente luego del 2020 con la crisis del COVID 19. La ampliación de la oferta y demanda observadas para programas en el área de la Ingeniería Biomédica, se observan en el Anexo A de este documento.

A partir de las necesidades de formación en el área, se presenta a continuación la revisión de la articulación de estas con el área de formación propuesta, con el contexto y con las características del programa propuesto por la UIS.

A nivel regional:

En Santander, el sector salud ha presentado en los últimos años un notable dinamismo en la economía del departamento. De acuerdo con datos de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, desde el 2016, Santander con dos zonas francas de salud, ubicadas en el área metropolitana de Bucaramanga, se consolidó como una región líder en el ámbito nacional en turismo internacional en salud, a la altura de otras ciudades como Bogotá y Medellín. Este logro es posible gracias a la aplicación de altos estándares de calidad tanto en la labor de los profesionales de la salud como en la tecnología e infraestructura que la acompañan y que dan la garantía a extranjeros de recibir un tratamiento de calidad a un menor precio que en sus países de origen.

A partir de esta coyuntura, la Comisión Regional de Competitividad de Santander y la Cámara de Comercio de Bucaramanga conformaron el Clúster Santander, una iniciativa que pretende aumentar la competitividad en la región consolidando redes empresariales al interior de sectores estratégicos para la economía del departamento, entre ellos, el sector salud. El Clúster ha informado que este sector "factura aproximadamente 2.9 billones en ventas anuales, generando alrededor de 22.900 empleos a través de más de 4.385 empresas e instituciones"[18]. El clúster salud se ha venido forjando de manera espontánea alrededor de los centros académicos relacionados, inicialmente con la UIS, y posteriormente con las universidades privadas como la UPB, la UNAB, la UDES, la USTA, la UNAD, la Universidad Manuela Beltrán, La UCC y actualmente con La Fundación Universitaria FCV. Con la creación del programa de Ingeniería Biomédica, la Universidad Industrial de Santander aumentará su impacto y participación en el Cluster y por ende en la calidad de vida de la región.

Para el clúster de salud de Santander se han declarado las siguientes líneas de acción que giran en torno a un factor común: el conocimiento.

- Especialización y gestión del conocimiento: Generación de un ecosistema de conocimiento médico y especializado (I+D+i).
- Fortalecimiento de la eficiencia operativa y racionalidad médica.
- Enfoque integral de la enfermedad: Creación de nuevos productos y servicios.
- Personalización de la medicina y conexión con el paciente.
- Integración y coordinación del servicio: Redes integradas de salud.
- Aprovechamiento del Health Data.
- Formación y difusión de centros de excelencia: Prestación de servicios clínicos a pacientes internacionales de alta y mediana complejidad.
- Creación y fortalecimiento de unidades de investigación clínica.

Ahora, desde el sector estatal departamental, se han establecido metas para el mejoramiento del sector salud de Santander. Es así como en el Plan Territorial de Salud "SANTANDER CONTIGO

[18] https://clustersantander.com/bienvenido-cluster-salud/#:~:text=En%20los%20%C3%BAltimos%20a%C3%B1os%20el,prestaci%C3%B3n%20de%20servicios%20de%20alto

Y PARA EL MUNDO" 2020 – 2023 se estableció como objetivo estratégico el "fortalecer la accesibilidad y atención integral y oportuna a los servicios de salud, garantizando que las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud-IPS cuenten con adecuada infraestructura hospitalaria, elementos y equipos biomédicos, talento humano, que den respuesta oportuna a la demanda de la población, disminuyendo la morbilidad y mortalidad en todos los santandereanos del departamento."[19]

De acuerdo con el portal web de Datos Abiertos del Gobierno Nacional, a 2021 el departamento de Santander cuenta con 53 hospitales públicos, siete de ellos en el área metropolitana de Bucaramanga. Además, hay 94 puestos de salud en Santander (37 en el Área Metropolitana de Bucaramanga), 631 clínicas y consultorios médicos privados y 175 laboratorios clínicos y centros de diagnóstico. Todas estas instituciones requieren de talento humano capacitado para su correcto funcionamiento, no solamente de personal clínico sino de quienes directa e indirectamente garantizan el funcionamiento de los equipos y la infraestructura, la gestión de la tecnología, la custodia y la disponibilidad de la información médica, el abastecimiento de consumibles y medicamentos, entre otros.

En este escenario, el ingeniero (a) biomédico (a) de la UIS, tendrá la oportunidad de especializarse en un perfil disciplinar que le permita adquirir conocimientos y desarrollar competencias para soportar todas estas actividades, a la luz de principios éticos y de excelencia.

Otro reto importante de la región planteado en el marco del Plan Regional de Competitividad de Santander 2018-2032, es la creación del Biobanco poblacional colombiano, una plataforma biológica (sangre, ADN, suero, plasma) de la población colombiana que permitirá el desarrollo de investigaciones en salud y medicamentos personalizados. Para este proyecto se requiere la interacción del sector salud, la biotecnología, la bioinformática, el manejo de Big Data y un equipo interdisciplinar de clínicos, ingenieros y técnicos que brinden todo el soporte para articular la plataforma biológica con datos clínicos electrónicos.

En concordancia con el escenario local, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática asume el reto de crear el programa de Ingeniería Biomédica para promover la formación de profesionales que, fundamentados en las ciencias y la ingeniería, desarrollen habilidades en investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la creación y/o mejoramiento de sistemas biomédicos destinados a la prevención, la detección, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades del ser humano a través de una estructura curricular flexible que dé la posibilidad a los estudiantes para trazar el camino que permita alcanzar sus objetivos académicos y a su vez dar respuesta a los desafíos presentados con la formación de profesionales de alta calidad humana y técnica.

A nivel nacional:

Actualmente en Colombia el sector salud, como lo mencionó la ministra de salud en el evento Movitech de julio de 2022[20], presenta retos importantes debido a la crisis económica y social,

[19] GOBERNACION DE SANTANDER. Plan de Desarrollo 2020-2023. Disponible en https://santander.gov.co/publicaciones/7651/plan-de-desarrollo-2020-2023/

[20] Los 5 retos del sector salud que enfrentará el Gobierno Petro.
Los desafíos del sistema de salud y sus avances. https://www.valoraanalitik.com/2022/07/14/los-5-retos-sector-salud-enfrentara-gobierno-petro/.

entre ellos la priorización del enfoque preventivo y predictivo con base en datos. Lo cual requiere no solo de la informática médica sino de dispositivos que mejoren esa toma de información.

La creación de un sistema único de información público e integrado apoyado en Big Data, que mejore la transparencia y posibilite un mejor control de los recursos destinados a la salud. Lo anterior sin detrimento del número de prestadores de salud ni del recurso humano del sector.

La dignificación de los trabajadores de la salud, que hará más atractivo el estudio de profesiones del sector o relacionadas con él.

Esta situación no ha cambiado significativamente en los últimos años, razón por la cual los gobiernos han enfocado sus esfuerzos para cambiar este escenario. Un ejemplo de esto fue la Misión Internacional de sabios del 2019, cuyo objetivo fue ofrecer bases para la creación de la política pública en materia de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación. En el texto final se establecen las ciencias de la vida y de la salud como uno de los focos temáticos de mayor relevancia para el país y se remarca la importancia de la inclusión de la ciencia, la tecnología y la innovación para generar soluciones novedosas que permitan aumentar considerablemente los niveles de cobertura de los servicios de salud esenciales, así como mejorar los niveles de calidad de los mismos para garantizar que las poblaciones tendrán acceso a servicios integrales, seguros, eficaces y asequibles.

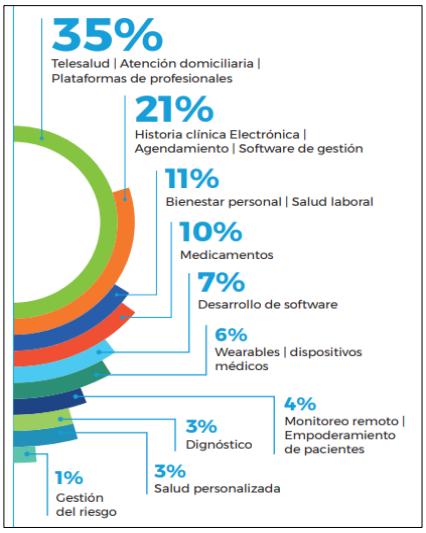
En consonancia con este propósito nacional, el programa de Ingeniería Biomédica de la UIS estará estructurado para ofrecer a sus estudiantes diferentes áreas de énfasis que permitirán formar profesionales capaces de proponer soluciones en una amplia gama de aplicaciones biomédicas desde diferentes enfoques como la instrumentación, la biomecánica, la informática y la biotecnología.

En materia económica se observa que el presupuesto de inversión pública para el sector salud en Colombia ha crecido de forma progresiva en los últimos años, siendo para el 2019 de 29,5 billones COP, para el 2020 de 31,8 billones COP, para el 2021 de 36,05 billones COP y para el 2022 de 41,9 billones de pesos. Además, de acuerdo con la Healthcare Resource Guide publicada por la Oficina de Comercio Internacional de los Estados Unidos, el mercado de dispositivos médicos en Colombia se centra en la importación, representando el 82 % del mercado, un número limitado de empresas a nivel nacional representan el 18% del mercado a través de la fabricación de consumibles. Es claro que el programa de Ingeniería Biomédica de la UIS tiene una gran pertinencia en este contexto, pues presenta una oferta de profesionales capaces de realizar diseño, desarrollo e innovación de todo tipo de dispositivos médicos en la industria nacional, lo cual permitirá disminuir la dependencia de las tecnologías de otros países y la tecnología local podría disminuir los costos en los servicios médicos, haciéndolos más asequibles a la población.

Es desde este punto de vista que se introduce el concepto de Healthtech (tecnología de la salud), que según la OMS es “la aplicación de conocimientos y habilidades organizados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas desarrollados para resolver un problema de salud y mejorar la calidad de vida”. La agencia de emprendimiento e innovación del Gobierno Nacional – INNPULSA Colombia, en su informe del 2022 sobre el ecosistema HealthTech en Colombia, establece que se hace necesaria la implementación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial o la biotecnología para mejorar la calidad y la cobertura de los servicios médicos.

Se ha podido identificar que Colombia tiene un gran potencial para el emprendimiento de este tipo de empresas, siendo la telesalud el campo más desarrollado principalmente gracias a la pandemia del COVID-19, la cual, tras casi tres años de su inicio, permitió la creación y sostenimiento hasta hoy día de importantes áreas en el campo de la salud, las cuales hasta hace pocos años eran desconocidos e incluso inexplorados. Un mapeo de este panorama se observa en la Figura 2.

Figura 2. Concentración de Startups de HealthTech en Colombia



Fuente: Informe del 2022 sobre el ecosistema HealthTech en Colombia

A partir de lo anterior, el programa de Ingeniería Biomédica de la UIS pretende formar profesionales con las competencias para trabajar, liderar o desarrollar emprendimientos relacionados con Healthtech, específicamente desde sus énfasis de Informática Médica, Bioinformática, Instrumentación Biomédica, Biomateriales e Ingeniería de rehabilitación. De esta forma, los profesionales en Ingeniería Biomédica de la UIS estarán llamados a responder a este esfuerzo nacional para que, a través de la investigación, la innovación y el emprendimiento en los diferentes enfoques biomédicos puedan dar respuesta a las necesidades de salud de la sociedad colombiana, desde su conocimiento disciplinar y su compromiso social, ético y ciudadano.

Es importante mencionar, que las condiciones actuales son favorables para incrementar esfuerzos desde la academia en la proyección de la investigación y la innovación, pues en los últimos años el gobierno nacional, a través de diferentes instituciones ha puesto a disposición recursos para su promoción. Entre estas podemos mencionar:

- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias): En el periodo comprendido entre 2010-2015 apoyó el desarrollo de proyectos de tecnología e innovación de base biológica con $282.298.494.455 COP. Como resultado, 1.145 proyectos generaron 22 patentes, 14 registros de marca, 3 registros de software, 21 publicaciones científicas sometidas, 39 prototipos/plantas piloto y 3 contratos de licenciamiento. En los siguientes años, Minciencias ha apoyado proyectos de este tipo través de la Convocatoria de Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud, destinando recursos por $16.000.000.000 COP en 2016, $34.876.000.000 COP en 2017, $42.705.000.000 COP en 2018. En 2019 ofreció recursos por COP $10.000.000.000 para fortalecer proyectos de CTeI en ciencias médicas y de la salud que generen un impacto en las regiones, con la vinculación de talento jóvenes de

excelencia académica. En 2021 se ofrecieron recursos por $18.000.000.000 para la generación de capacidades para la producción de insumos, reactivos y metodologías para la prevención de enfermedades infecciosas desatendidas y demás enfermedades transmisibles. Para 2022, se tiene la convocatoria para el apoyo a programas de I+D+i que contribuyan a resolver los desafíos establecidos en la misión "Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo" – área estratégica Ciencias de la Vida y de la Salud, por un total de recursos de $15.000.000.0000. Además, se planea invertir 63.000.000.000 COP para el mejoramiento del impacto de la investigación científica en el sector salud nacional.

- Sistema General de Regalías, que para el bienio 2021-2022 tiene destinado un presupuesto de 4.121.000.000.000 COP para proyectos de ciencia, tecnología e innovación en diferentes áreas, incluida la salud.

Otro aspecto para tener en cuenta es la dinámica de creación de empresas prestadoras de servicios de salud, de acuerdo con la Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud (ADRES) del Ministerio de Salud y Protección Social, en su lista de proveedores de noviembre de 2022, se muestra un total de 4.582 instituciones prestadoras de servicios de salud. Un número ligeramente superior a las 4.547 IPS reportadas en el mismo mes del 2021, pero muy superior a las 4.283 IPS reportadas en el 2019. Lo que demuestra el crecimiento en este sector manifestándose en necesidades de dotación, infraestructura, gestión de la tecnología, personal técnico capacitado, sistematización de la información, entre otros.

Ahora bien, en los últimos años en materia política, se ha observado un panorama favorable para el sector salud del país. Uno de estos puntos de partida se dio en 2019 con el Acuerdo de Punto Final firmado durante este año por el gobierno de Iván Duque para sanear las finanzas del sector y que las EPS que se liquidaron paguen sus deudas a las IPS. Se prevé que esta inyección de capital al sector logre su reactivación y las entidades puedan enfocarse en el mejoramiento de la calidad y de su infraestructura, dotación y tecnología.

Asimismo, en noviembre de 2022, el gobierno de Gustavo Petro presentó las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, 'Colombia, Potencia Mundial de la Vida" a través del cual se ha expresado la intención de desarrollar un modelo de salud promocional, preventivo y predictivo basado en la Atención Primaria en Salud (APS) con gobernanza, interculturalidad, participación vinculante, descentralización que garantice servicios integrales de salud en promoción, prevención, atención, rehabilitación y paliación sin ninguna discriminación en todo el territorio nacional y en articulación con el sistema de cuidado y toda la intersectorialidad responsable de la garantía de derechos.

Además, el nuevo gobierno a través de este documento inicial del Plan de Desarrollo, ha propuesto la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación en salud y farmacéutica nacional establecidas en la Ley Estatutaria de Salud para la generación de estrategias de producción industrial local de vacunas y otros biotecnológicos, medicamentos, insumos, dispositivos y tecnologías estratégicas para el país, mediante acciones que no afecten las condiciones de producción y sostenibilidad del sistema. Lo anterior, presenta una gran oportunidad a nivel nacional, pues para el desarrollo de estas estrategias se requiere del recurso humano pertinente y de alta calidad que permita el desarrollo de dispositivos y tecnologías clínicas. Además, según lo expuesto en el nuevo PND, se plantea realizar la reglamentación de

buenas prácticas en toda la cadena de comercialización y con estándares internacionales para la investigación clínica. A lo anterior, se espera que el ingeniero biomédico de la UIS pueda responder de forma integral con los conocimientos técnicos y administrativos necesarios requeridos y sólidas bases en formación en investigación, además, porque la ingeniería clínica es una de las temáticas obligatorias que se ha incluido en el plan de estudios del programa a través de diferentes actividades académicas.

A nivel internacional:

En el contexto internacional, gracias a su formación de carácter tecnológico podrá proponer soluciones para los retos globales en materia de ciencias médicas que, de acuerdo con el 2022 Global Health Care Outlook de la consultora Deloitte[21], tienden al desarrollo de innovaciones en los siguientes campos:

- **Medicina digital:** tiene que ver con todos los sistemas de software y hardware que miden o intervienen en un servicio médico.
- **Nanomedicina:** relacionado con el mejoramiento y preservación de la salud humana con la ayuda de herramientas moleculares o nanotecnología.
- **Genómica:** el ADN de una persona puede ayudar a identificar su predisposición a ciertas enfermedades y las secuencias genómicas de múltiples pacientes pueden brindar información valiosa sobre las enfermedades y ayudar a desarrollar terapias personalizadas.
- **Inteligencia artificial y Big data:** son soluciones que están transformando rápidamente los procesos médicos y promoviendo el desarrollo de tratamientos más precisos a través de, por ejemplo, sistemas para extraer conceptos y relaciones de inmensas cantidades de datos clínicos o sistemas de apoyo al diagnóstico. Este es un salto hacia el futuro de la salud que permite una medicina más personalizada, predictiva, preventiva y participativa.
- **Microbiométrica/Metabolómica:** estas soluciones ayudan en enfermedades crónicas como la diabetes y enfermedades cardiacas considerando el aumento de peso como el problema más que el síntoma de una pobre salud metabólica.

Adicional a lo anterior, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS)[22] se espera que para el año 2050 la población mundial ascienda a los 9.800 millones de personas y que en ese mismo año la población mundial de 60 años o más se duplique llegando a 2,1 mil millones, y que los mayores de 80 años que crecen a una tasa mayor lleguen a 426 millones. Este envejecimiento se observa con una mayor tasa en los países en desarrollo, que para 2050 contarán con 1.7 mil millones de personas mayores de 60 años.

En este contexto, se propiciará un incremento en la demanda de servicios de salud, lo cual se reflejará en la creación de 40 millones nuevos puestos de trabajo para el año 2030. Por su parte la Organización Internacional del Trabajo (OIT) menciona que para el año 2030 el déficit de personal sanitario será de 1 millón de personas y esta carencia se concentrará de forma especial en países de bajo ingreso y en zonas rurales de bajos ingresos.

---

[21] https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/perspectives/2022/gx-health-care-outlook-Final.pdf

[22] https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

El Ingeniero Biomédico de la UIS podrá ser competitivo ante este panorama internacional gracias al desarrollo de su alta capacidad técnica para el diseño, simulación y validación de procesos y dispositivos para uso biomédico. También, tendrá una formación integral que le permitirá participar y colaborar con equipos de trabajo interdisciplinarios con un punto de vista crítico, creativo y orientado a la investigación, lo cual da respuesta a muchas de las necesidades del área de la salud en las próximas décadas

4.1.4. Justificación de los atributos o factores que representan las características diferenciales y/o similares del programa de Ingeniería Biomédica, frente a la oferta nacional

El programa de Ingeniería Biomédica propuesto por la UIS es un programa que se diferencia de la oferta encontrada en el país porque:

- Establece un perfil de egreso flexible gracias al ofrecimiento de cinco (5) líneas que le permiten al estudiante seleccionar entre los siguientes énfasis: i) Informática Médica, ii) Bioinformática, iii) Instrumentación Biomédica, iv) Biomateriales y v) Ingeniería de Rehabilitación. A través del desarrollo de estas líneas, se espera que los profesionales en Ingeniería Biomédica de la UIS respondan a través de la investigación y la innovación a las necesidades de salud de la sociedad colombiana, desde su conocimiento disciplinar y su compromiso social, ético y ciudadano.
- Un proyecto curricular centrado en el estudiante, basado en metodologías activas de aprendizaje que le permite al programa adaptar las estrategias a las necesidades del estudiante y a éste le permite involucrarse más en su proceso de formación y maximizar la eficiencia de su aprendizaje. En este sentido, la propuesta del proyecto curricular del programa integra diversas experiencias de aprendizaje, como experimentos prácticos de laboratorio, ejercicio de campo, gamificación y experiencias de simulación en ambientes controlados, entre otros que lo diferencia del modelo tradicional de aprendizaje.
- Un plan de estudios flexible, en términos de requisitos y metodologías de enseñanza que facilitará el tránsito de los estudiantes.
- La ubicación del campus Floridablanca abre la oportunidad de participar en la apuesta de crecimiento del sector salud del Área Metropolitana de Bucaramanga con la oferta de un programa que le aporta significativamente al desarrollo de las líneas de acción del Clúster de Salud de Santander. Además, la ubicación del campus y su cercanía con las dos zonas francas de salud ubicadas en el municipio, donde resaltan instituciones como la Fundación Cardiovascular de Colombia y la Fundación Fosunab, son de gran importancia para el futuro desarrollo de convenios y la facilitación para generar interacción de los estudiantes con profesionales del sector.
- Gestión del programa y del proceso formativo soportados en transformación digital, el cual se ve reflejado en los avances tecnológicos en los cuales se ha actualizado la UIS en los últimos años.

4.1.5. Análisis de indicadores de programas académicos profesionales en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

Con el propósito de tener un referente del funcionamiento de los programas profesionales a nivel nacional y realizar un balance de la situación de la formación en el área, se realizó una revisión de

los datos de personas inscritas, admitidas, matriculadas en primer curso, total de matriculados, total de graduados, tasas de deserción por cohorte y por periodo académico. Igualmente, una revisión de la empleabilidad de programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en el país.

Los datos se tomaron de los registros del SNIES en septiembre de 2022. A la fecha de consulta en el SNIES, se encontraron 34 programas de Ingeniería Biomédica, de los cuales 24 se encuentran activos y 10 inactivos. De los programas activos, 6 cuentan con acreditación de alta calidad. En cuanto a los programas de Bioingeniería, se encontraron 7 programas, de los cuales 4 se encuentran activos, 2 tienen acreditación de alta calidad y 3 programas se encuentran inactivos.

El criterio de elección fue reportar los programas con denominación de Ingeniería Biomédica y de Bioingeniería, que se encuentran activos. Es importante resaltar que algunos programas registran datos parciales, por lo cual, se presentan algunos datos sin información disponible para los años y los criterios a analizar, lo anterior, puede explicarse porque son programas de reciente creación. Situación similar sucede con los programas de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Remington, de la Fundación Universitaria del área Andina y de la Institución Universitaria Visión de las Américas, los cuales no se incluyeron en el reporte de información, dado que son programas que tienen Registrado Calificado con fecha de resolución ejecutoria entre noviembre de 2021 y mayo de 2022, y para el periodo de consulta no registran información de inscritos, admitidos, matriculados y graduados. En el caso del programa de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada -CUR, registra solo datos de matriculados y graduados en los últimos años.

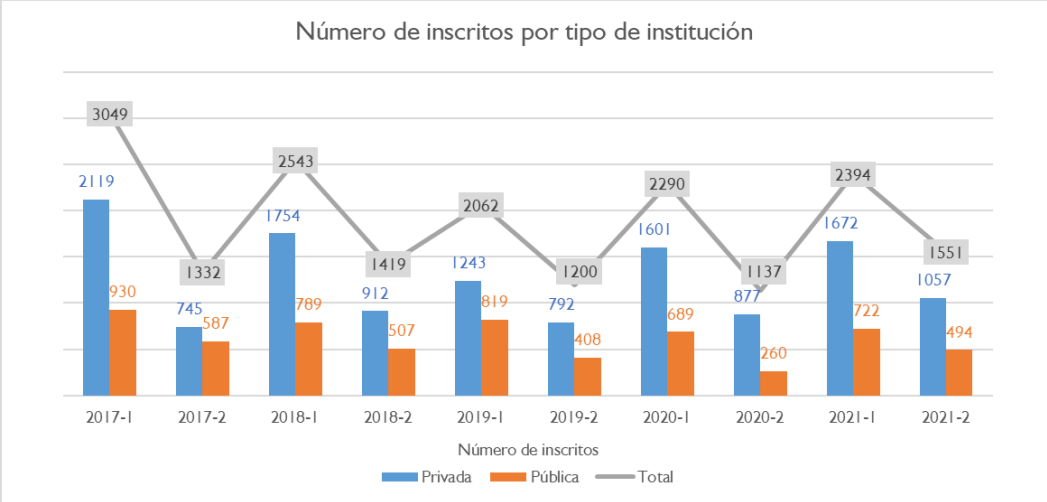
4.1.5.1 Personas inscritas, admitidas y matriculadas en primer curso

A continuación, se presenta la información de personas inscritas, admitidas y matriculadas en primer curso, para los 20 programas de Ingeniería Biomédica y 4 programas de Bioingeniería que a la fecha de consulta en el SNIES (septiembre 2022) tenían información registrada por periodo académico para los últimos 5 años.

<u>Inscritos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia</u>

Para los periodos 2021-2017 por cada programa académico, se observa una alta demanda de inscritos de estos programas en instituciones privadas, lo cual se explica porque 20 programas son ofertados por IES privadas y tan sólo 4 programas son de IES públicas. Además, se resalta que el número de inscritos en los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en instituciones tanto públicas como privadas es mayor en el primer semestre académico de cada año. Al comparar el número de inscritos en el año 2021 con los años 2020 y 2019, se observa una recuperación de la demanda de estos programas, alcanzando casi los niveles que se tenían en los años 2018 y 2017. En este punto es importante resaltar que la demanda en los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería se encuentra en aumento y se requiere una mayor oferta de estos programas por parte de universidades públicas.

Figura 3. Número de inscritos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Ahora bien, se observa que el mayor número de inscritos en el programa de Ingeniería Biomédica para 2021, lo obtuvo la Universidad de los Andes con 408 inscritos para el primer periodo académico y 257 inscritos para el segundo periodo académico. En segundo lugar, se ubicó el Instituto Tecnológico Metropolitano, institución pública, con 270 inscritos para el primer periodo académico y 173 inscritos para el segundo periodo académico. En cuanto al programa de Bioingeniería, encontramos que el mayor número de inscritos lo obtuvo la Universidad de Antioquia, institución pública, con 235 inscritos para el primer periodo académico y 136 inscritos para el segundo periodo académico del año 2021. Los programas ofertados por las IES públicas se ubican entre los de mayor demanda. En la Tabla 9 se observa el número de inscritos para cada Universidad consultada.

Tabla 9. Número de inscritos por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Número de Inscritos									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Instituto Tecnólogico Metropolitano	Ingeniería Biomédica	Pública	173	270	150	255	181	334	315	319	338	468
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería Biomédica	Privada	35	30	36	-	-	-	-	-	-	-
Unidad Central del Valle del Cauca	Ingeniería Biomédica	Pública	116	112	17	29	-	-	-	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	16	30	10	5	5	28	10	7	12	27
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	15	5	4	13	1	3	3	-	2	2
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	12	36	14	23	10	22	10	12	17	24
Universidad Autonoma de Bucaramanga-Unab-	Ingeniería Biomédica	Privada	62	84	48	107	37	76	37	118	43	112

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Número de Inscritos									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Universidad Autonoma de Manizales	Ingeniería Biomédica	Privada	52	84	42	128	50	63	122	280	32	375
Universidad Autonoma de Occidente	Ingeniería Biomédica	Privada	62	71	92	112	82	66	68	93	103	112
Universidad CES	Ingeniería Biomédica	Privada	36	98	27	48	26	32	-	-	-	-
Universidad de Los Andes	Ingeniería Biomédica	Privada	257	408	220	429	186	337	230	450	178	706
Universidad de San Buenaventura	Ingeniería Biomédica	Privada	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad ECCI	Ingeniería Biomédica	Privada	7	4	5	4	45	-	18	47	31	3
Universidad EIA	Ingeniería Biomédica	Privada	22	59	23	56	30	47	42	53	16	124
Universidad Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito	Ingeniería Biomédica	Privada	70	174	81	194	83	169	109	189	87	190
Universidad Manuela Beltran-UMB-	Ingeniería Biomédica	Privada	152	123	61	110	60	104	91	180	93	116
Universidad Manuela Beltran-UMB-	Ingeniería Biomédica	Privada	4	-	-	6	9	13	8	24	15	20
Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniería Biomédica	Pública	69	105	68	129	71	117	-	136	53	137
Universidad Simon Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	32	101	30	70	29	46	-	-	-	-
Universidad Tecnólogica De Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	35	46	24	80	25	59	-	-	-	-
Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniería	Privada	56	95	52	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Antioquia	Bioingeniería	Pública	136	235	25	276	156	368	192	334	196	325
Universidad El Bosque	Bioingeniería	Privada	80	165	76	170	88	178	112	240	116	256
Universidad Santiago de Cali	Bioingeniería	Privada	42	51	32	46	26	-	52	61	-	52

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

En la Tabla 10, se presentan los datos del total de admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería para el primer y segundo periodo académico de los años 2017 a 2021. Para este periodo las instituciones privadas admitieron un total de 9.360 estudiantes y las instituciones públicas 4.117, lo cual nos permite evidenciar que existe una alta demanda de estos programas a nivel nacional. En el segundo semestre académico de 2020, a nivel nacional el número de admitidos fue de 932, la cifra más baja para este periodo, lo cual puede explicarse por los efectos de la pandemia y la necesidad de los estudiantes por cursar estos programas de manera

presencial. En promedio, el número de admitidos por semestre para el periodo en estudio fue de 1.347 estudiantes a nivel nacional.

Tabla 10. Número de admitidos por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería

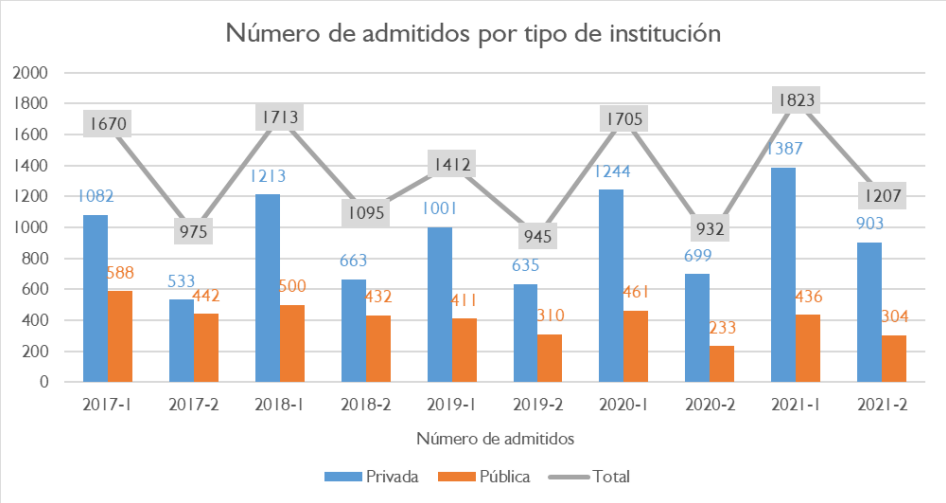
Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo	Número de Admitidos									
			2021 2	2021 1	2020 2	2020 1	2019 2	2019 1	2018 2	2018 1	2017 2	2017 1
Instituto Tecnologico Metropolitano	Ingeniería Biomédica	Pública	112	198	149	244	167	234	292	312	318	424
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería Biomédica	Privada	34	30	26	-	-	-	-	-	-	-
Unidad Central Del Valle Del Cauca	Ingeniería Biomédica	Pública	50	42	17	30	-	-	-	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	16	30	10	5	5	28	10	7	12	27
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	15	5	4	13	1	3	3	-	2	2
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	12	36	14	23	10	22	10	12	17	24
Universidad Autonoma de Bucaramanga-Unab-	Ingeniería Biomédica	Privada	61	82	49	89	34	72	50	116	41	119
Universidad Autonoma De Manizales	Ingeniería Biomédica	Privada	39	77	38	92	44	60	86	232	29	168
Universidad Autonoma De Occidente	Ingeniería Biomédica	Privada	66	77	92	115	84	72	71	93	103	112
Universidad Ces	Ingeniería Biomédica	Privada	26	70	26	46	25	31	-	-	-	-
Universidad De Los Andes	Ingeniería Biomédica	Privada	171	226	128	274	128	177	148	174	83	126
Universidad De San Buenaventura	Ingeniería Biomédica	Privada	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Ecci	Ingeniería Biomédica	Privada	7	4	5	4	46	-	20	27	33	3
Universidad Eia	Ingeniería Biomédica	Privada	22	57	23	56	27	45	35	53	16	110
Universidad Escuela Colombiana De Ingenieria Julio Garavito	Ingeniería Biomédica	Privada	48	173	77	193	81	168	83	173	67	154
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	154	121	23	68	35	72	53	170	43	116
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	4	-	-	6	9	11	8	24	15	20
Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniería Biomédica	Pública	68	108	67	104	67	91	52	92	32	60
Universidad Simon Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	35	101	30	55	29	47	4	-	-	-
Universidad Tecnologica De Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	35	46	21	43	13	33	-	-	-	-

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo	Número de Admitidos									
			2021 2	2021 1	2020 2	2020 1	2019 2	2019 1	2018 2	2018 1	2017 2	2017 1
Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniería	Privada	45	81	45	-	-	-	-	-	-	-
Universidad De Antioquia	Bioingeniería	Pública	74	88	-	83	76	86	88	96	92	104
Universidad El Bosque	Bioingeniería	Privada	67	127	57	125	38	127	41	58	29	53
Universidad Santiago De Cali	Bioingeniería	Privada	38	36	31	37	26	33	41	74	43	48

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

En la Figura 4, se presenta el número de admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería por tipo de institución. Al igual que en el número de inscritos, se observa una alta demanda en el ingreso de estos programas en instituciones privadas, lo cual se explica porque la oferta de estos programas a nivel nacional está concentrada en estas universidades.

Figura 4. Número de admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de institución

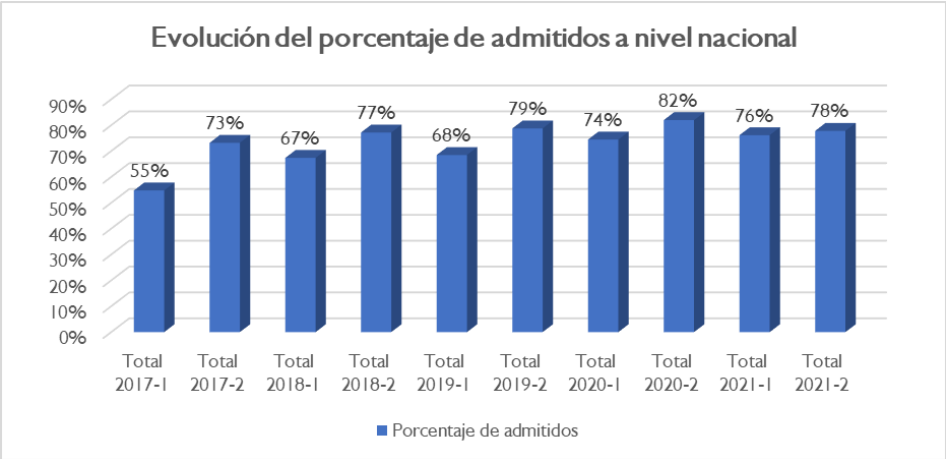


Fuente: Elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Análisis de Inscritos y Admitidos en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

Uno de los grandes retos que enfrenta el país para los próximos años, es lograr que una mayor proporción de jóvenes que egresan de los colegios transiten a la educación superior. En este sentido, es importante analizar la evolución del número de inscritos y admitidos, pues este indicador da cuenta del porcentaje de personas que efectivamente fueron admitidas en los programas académicos al cual aplicaron, teniendo en cuenta el número de inscritos para un periodo académico. Para el año 2017 el 55% de quienes se inscribieron a los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, fueron admitidos y este porcentaje ha ido en crecimiento, especialmente sustentado en el número de instituciones que han ampliado su oferta de programas en esta área, llegando a alcanzar el 78% en el segundo semestre de 2021. La evolución del periodo 2017 a 2021 se puede observar en la Figura 5.

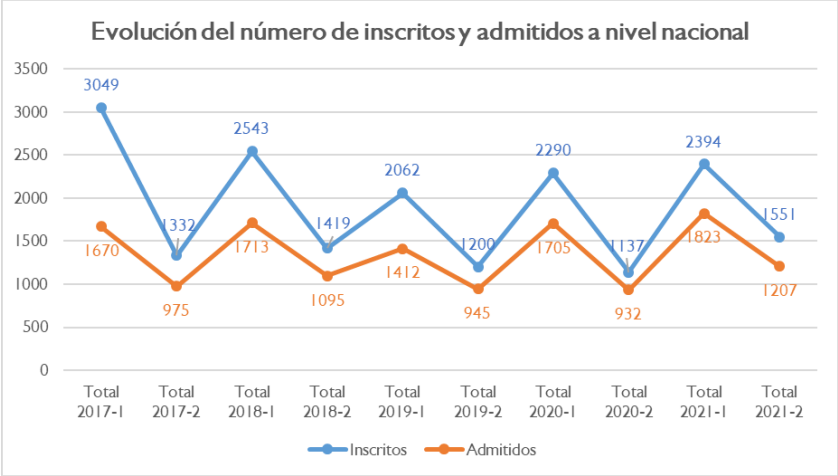
Figura 5. Evolución del porcentaje de Admitidos en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Para continuar con el análisis, se considera importante conocer la capacidad que tiene el sistema educativo en Colombia para atender a la población que demanda servicios educativos en los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, con el fin de evidenciar la posibilidad con la que cuenta el sistema para la apertura de un nuevo programa en el área. En la Figura 6, se detalla comparativamente cómo ha sido la evolución de inscritos y admitidos a nivel nacional para los programas del área y se observa que el número inscritos sigue siendo mayor al número de admitidos y se muestra una tendencia más alta en el primer semestre académico de cada año.

Figura 6. Evolución del número de Inscritos y Admitidos en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia



Fuente: Elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Matriculados en primer curso en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

Al revisar el comportamiento del número de matriculados en primer curso en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, para el primer y segundo periodo académico de los años 2017 a 2021, se encontró que en las instituciones privadas formalizaron su matrícula en primer curso un total de 6.191 estudiantes y en las instituciones públicas 3.053 estudiantes.

A continuación, en la Tabla 11 se presenta el número de matriculados en primer curso de 2017 a 2021 por cada institución académica y se observa que el mayor número de matriculados en primer curso en el programa de Ingeniería Biomédica para 2021, lo obtuvo el Instituto Tecnológico Metropolitano con 168 estudiantes matriculados en primer curso para el primer periodo académico y 89 estudiantes para el segundo periodo académico. En cuanto al programa de Bioingeniería, encontramos que el mayor número de matriculados en primer curso lo obtuvo la Universidad de Antioquia, con 64 estudiantes matriculados en primer curso para el primer periodo académico y 56 estudiantes para el segundo periodo académico del año 2021. Los programas con mayor número de matriculados en primer curso son ofertados por las IES públicas.

Tabla 11. Matriculados en primer curso por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería

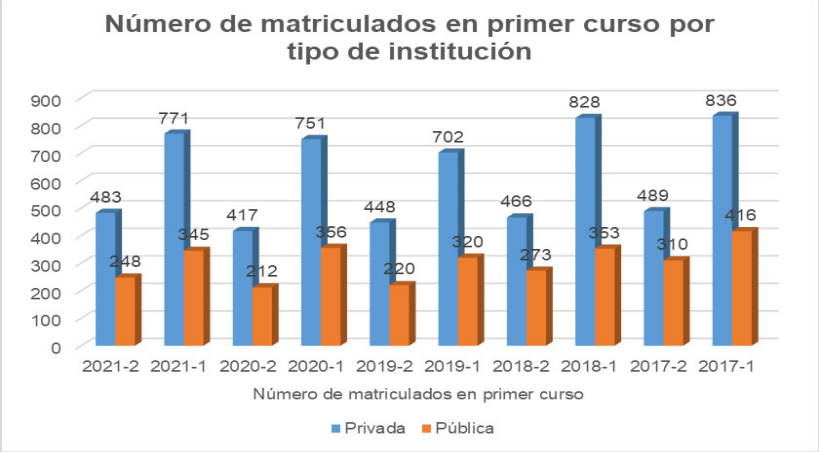
Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Número de matriculados en primer curso									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Instituto Tecnologico Metropolitano	Ingeniería Biomédica	Pública	89	168	143	199	132	196	170	212	213	281
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería Biomédica	Privada	20	22	16	-	-	-	-	-	-	-
Unidad Central Del Valle Del Cauca	Ingeniería Biomédica	Pública	48	38	14	29	-	-	-	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	10	19	5	4	4	23	9	5	6	14
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	10	4	4	11	-	2	2	-	1	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	12	27	10	15	9	18	8	7	13	17
Universidad Autonoma De Bucaramanga-Unab-	Ingeniería Biomédica	Privada	32	39	21	50	21	46	32	75	33	59
Universidad Autonoma De Manizales	Ingeniería Biomédica	Privada	19	54	18	53	24	38	46	93	17	133
Universidad Autonoma De Occidente	Ingeniería Biomédica	Privada	50	51	52	66	70	61	57	72	94	84
Universidad Ces	Ingeniería Biomédica	Privada	20	42	22	28	20	23	-	-	-	-
Universidad De Los Andes	Ingeniería Biomédica	Privada	65	80	57	114	62	80	78	73	63	75
Universidad De San Buenaventura	Ingeniería Biomédica	Privada	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Ecci	Ingeniería Biomédica	Privada	23	52	46	47	56	40	37	75	73	35
Universidad Eia	Ingeniería Biomédica	Privada	14	38	15	41	16	35	27	36	13	71
Universidad Escuela Colombiana De Ingenieria Julio Garavito	Ingeniería Biomédica	Privada	28	47	24	90	30	79	36	91	40	87
Universidad Manuela Beltran-	Ingeniería Biomédica	Privada	46	61	22	51	39	74	47	167	43	115

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Número de matriculados en primer curso									
			2021 2	2021 1	2020 2	2020 1	2019 2	2019 1	2018 2	2018 1	2017 2	2017 1
Umb-												
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	-	-	-	7	8	11	7	16	6	9
Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniería Biomédica	Pública	55	75	55	72	45	58	39	67	23	52
Universidad Simon Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	20	50	19	57	20	38	-	-	-	-
Universidad Tecnologica De Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	21	41	11	27	9	24	-	-	-	-
Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniería	Privada	23	42	21	-	-	-	-	-	-	-
Universidad De Antioquia	Bioingeniería	Pública	56	64	-	56	43	66	64	74	74	83
Universidad El Bosque	Bioingeniería	Privada	26	65	25	51	33	76	40	72	29	69
Universidad Santiago De Cali	Bioingeniería	Privada	37	35	29	39	27	34	40	46	58	68

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Como se aprecia en la Figura 7, el número de matriculados en primer curso por tipo de institución en el periodo 2017-2021, tiene un descenso tanto en instituciones públicas como en privadas. Lo anterior no es particular del programa sino es una tendencia generalizada a nivel nacional, la cual se acentuó durante la pandemia. Se espera que en los datos de 2022 se observe una mejoría teniendo en cuenta los programas implementados por el gobierno como el de matrícula cero y el regreso a la normalidad en los programas presenciales.

Figura 7. Matriculados en primer curso en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

4.1.5.2 Total de matriculados y graduados

A continuación, se presenta la información del total de estudiantes matriculados y graduados para los 21 programas de Ingeniería Biomédica y 4 programas de Bioingeniería que a la fecha de

consulta en el SNIES (septiembre 2022) tenían información registrada por periodo académico para los últimos 5 años.

Total de matriculados en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

En la Tabla 12 se observa que la Institución educativa con mayor número de estudiantes matriculados en el área de Ingeniería Biomédica es el Instituto Tecnológico Metropolitano con 1487 estudiantes para el 2021-2, seguido de la Universidad de los Andes con un total de 591 y la la Universidad de Antioquia con un total de 573 matriculados.

Tabla 12. Total de matriculados por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

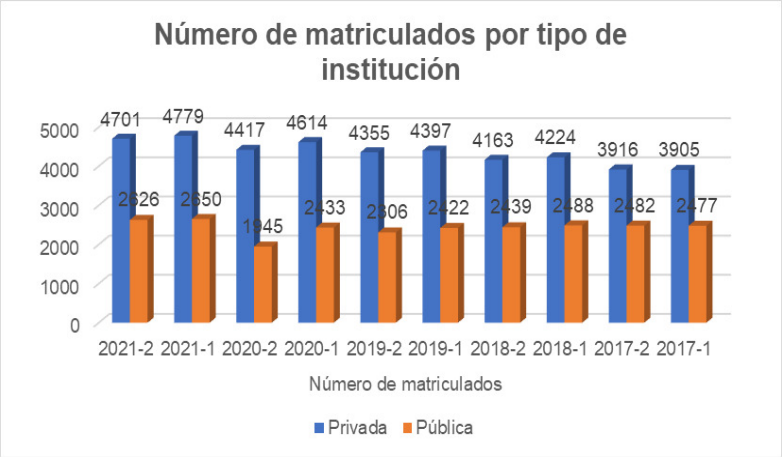
Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Total, de matriculados									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Corporacion Universitaria Reformada - Cur	Ingeniería Biomédica	Privada	15	5	11	7	12	5	5	-	-	-
Instituto Tecnologico Metropolitano	Ingeniería Biomédica	Pública	1487	1595	1575	1533	1551	1622	1699	1767	1811	1830
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería Biomédica	Privada	57	38	16	-	-	-	-	-	-	-
Unidad Central Del Valle Del Cauca	Ingeniería Biomédica	Pública	120	72	38	29	-	-	-	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	67	70	55	62	68	70	57	58	61	67
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	25	25	24	22	11	13	16	16	16	17
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	100	108	96	99	96	104	102	104	126	134
Universidad Autonoma De Bucaramanga-Unab-	Ingeniería Biomédica	Privada	326	323	297	297	259	250	220	206	140	113
Universidad Autonoma De Manizales	Ingeniería Biomédica	Privada	435	460	455	475	442	443	438	428	353	372
Universidad Autonoma De Occidente	Ingeniería Biomédica	Privada	523	534	541	543	532	526	510	496	485	477
Universidad Ces	Ingeniería Biomédica	Privada	139	130	90	68	42	23	-	-	-	-
Universidad De Los Andes	Ingeniería Biomédica	Privada	591	605	577	597	539	550	535	523	515	504
Universidad De San Buenaventura	Ingeniería Biomédica	Privada	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Ecci	Ingeniería Biomédica	Privada	251	300	284	326	337	320	323	310	327	280
Universidad Eia	Ingeniería Biomédica	Privada	230	248	242	242	239	250	244	238	232	238
Universidad Escuela Colombiana De Ingenieria Julio Garavito	Ingeniería Biomédica	Privada	450	476	459	508	479	494	474	475	418	429
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	457	465	431	493	504	542	538	655	546	575
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	51	61	62	86	89	87	87	95	94	94

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Total, de matriculados									
			2021 2	2021 1	2020 2	2020 1	2019 2	2019 1	2018 2	2018 1	2017 2	2017 1
Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniería Biomédica	Pública	446	398	332	296	239	218	159	134	74	51
Universidad Simon Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	185	171	119	112	57	38	-	-	-	-
Universidad Tecnologica De Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	95	62	58	53	31	24	-	-	-	-
Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniería	Privada	72	60	21	-	-	-	-	-	-	-
Universidad De Antioquia	Bioingeniería	Pública	573	585	-	575	516	582	581	587	597	596
Universidad El Bosque	Bioingeniería	Privada	355	377	344	369	376	403	373	390	377	386
Universidad Santiago De Cali	Bioingeniería	Privada	270	259	235	255	242	255	241	230	226	219

Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Ahora bien, respecto al total de matriculados por tipo de institución, se observa que para el segundo periodo de 2021 las instituciones privadas registraron un total de 4.701 matriculados y las instituciones públicas un total de 2.626.

Figura 8. Total de matriculados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Total de graduados en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

Para el número de graduados en programas del área, se observa que para 2021, la Institución con mayor número de graduados fue el Instituto Técnico Metropolitano con un total de 70 graduados. Las demás instituciones se pueden observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Total de graduados por periodos en programas académicos de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

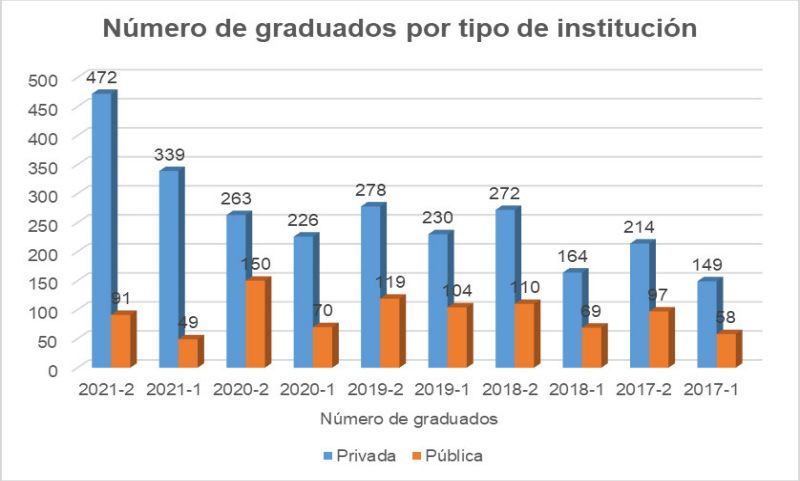
Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Total, de graduados									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Corporacion Universitaria Reformada - Cur	Ingeniería Biomédica	Privada	1	5	-	5	-	-	-	-	-	-
Instituto Tecnologico Metropolitano	Ingeniería Biomédica	Pública	70	20	131	60	114	82	75	54	63	43
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería Biomédica	Privada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidad Central Del Valle Del Cauca	Ingeniería Biomédica	Pública	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	8	4	4	3	2	6	6	6	6	9
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	6	1	6	-	3	4	3	-	-	-
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica	Privada	11	11	5	10	7	15	6	18	10	5
Universidad Autonoma De Bucaramanga	Ingeniería Biomédica	Privada	19	9	5	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Autonoma De Manizales	Ingeniería Biomédica	Privada	67	51	28	9	14	15	20	11	5	5
Universidad Autonoma De Occidente	Ingeniería Biomédica	Privada	30	46	12	19	40	15	24	16	25	13
Universidad Ces	Ingeniería Biomédica	Privada	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad De Los Andes	Ingeniería Biomédica	Privada	43	54	35	43	36	46	30	37	22	26
Universidad De San Buenaventura	Ingeniería Biomédica	Privada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Ecci	Ingeniería Biomédica	Privada	62	41	30	53	33	51	38	27	47	28
Universidad Eia	Ingeniería Biomédica	Privada	41	20	11	-	23	-	23	-	20	-
Universidad Escuela Colombiana De Ingenieria Julio Garavito	Ingeniería Biomédica	Privada	42	25	37	11	35	19	20	12	17	3
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	65	40	43	27	20	21	59	16	9	34
Universidad Manuela Beltran-Umb-	Ingeniería Biomédica	Privada	11	6	4	8	8	11	7	10	9	9
Universidad Militar-Nueva Granada	Ingeniería Biomédica	Pública	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Simon Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Tecnologica De Bolivar	Ingeniería Biomédica	Privada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontificia Universidad Javeriana	Bioingeniería	Privada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad De Antioquia	Bioingeniería	Pública	21	29	19	10	5	22	35	15	34	15
Universidad El Bosque	Bioingeniería	Privada	44	19	28	28	30	21	24	11	28	14

Nombre De La Institución	Nombre Del Programa	Tipo de institución	Total, de graduados									
			2021	2021	2020	2020	2019	2019	2018	2018	2017	2017
			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Universidad Santiago De Cali	Bioingeniería	Privada	18	7	15	10	27	6	12	-	16	3

Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Respecto al número de graduados por tipo de institución se observa que para 2021 los graduados de universidad privadas en programas del área fueron 811, y en lo referido a instituciones públicas se tuvo un total de 140 graduados.

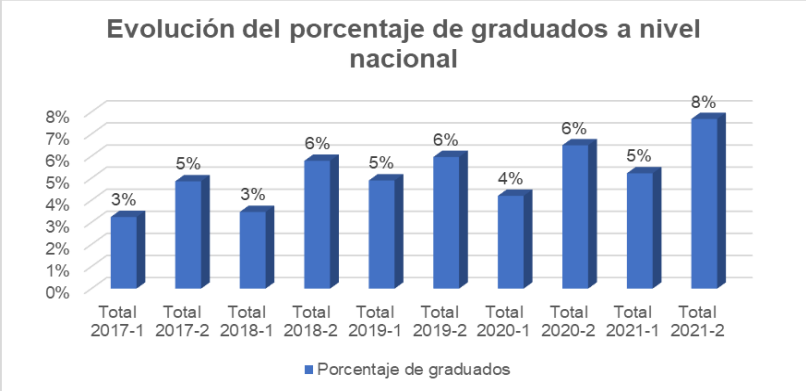
Figura 9. Total de graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, por tipo de Institución en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Ahora bien, respecto a la evolución del porcentaje de graduados a nivel nacional, se observa que desde 2017, se ha tenido una variación entre el 3% en 2017 y el 8% en 2021. Lo anterior, permite observar un incremento de más del doble de los graduados desde el inicio del periodo de observación contemplado en el documento.

Figura 10. Evolución del porcentaje de graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia

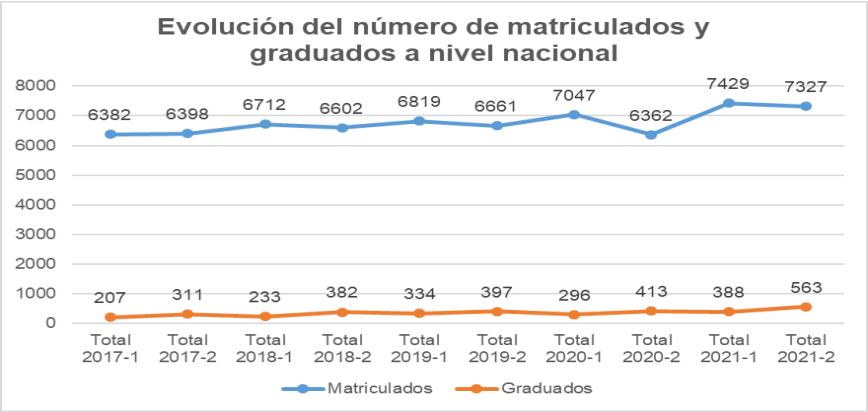


Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

Análisis de Matriculados y Graduados en programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

De acuerdo con los datos contenidos en la Figura 11, se observa que el número de matriculados para 2021 creció en más de 1.000 matriculados más, comparativamente con el segundo semestre de 2020. Es importante resaltar, un aumento de los graduados de estos programas, alcanzando el número máximo en la ventana de tiempo del análisis en el segundo semestre de 2021 con 563 graduados.

Figura 11. Evolución del número de matriculados y graduados en Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del SNIES, septiembre 2022

4.1.5.3 Tasas de deserción por cohorte y por periodo académico

De acuerdo con la plataforma SPADIES 3.0, la deserción es el "Estado de un estudiante que de manera voluntaria o forzosa no registra matrícula por dos o más períodos académicos consecutivos del programa en el que se matriculó; y no se encuentra como graduado, o retirado por motivos disciplinarios. La deserción es el resultado del efecto de diferentes factores como individuales, académicos, institucionales, y socioeconómicos"[23].

Según datos reportados por SPADIES 3.0[24] los programas académicos de nivel profesional en general en el país tienen un comportamiento como se muestra a continuación.

Tabla 14. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y sexo

Sexo	2017	2018	2019	2020
Hombre	28,99%	29,00%	27,80%	27,31%
Mujer	26,86%	27,00%	25,92%	25,11%

Tabla 15. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y sector

Sector	2017	2018	2019	2020
Privado	26,84%	26,95%	25,78%	25,02%
Oficial	29,61%	29,64%	28,37%	27,63%

[23] SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN DE LA DESERCIÓN DE LA EDUCACIÓN SÚPERIOR. Glosario. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/spadies/Zona-de-Ayuda/254707:Glosario

[24] Disponible en https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-357549_recurso_16.xlsx

Tabla 16. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y metodología

Metodología	2017	2018	2019	2020
Presencial	26,11%	26,19%	25,02%	24,30%
Distancia tradicional	38,77%	38,79%	37,13%	35,13%
Distancia virtual	44,55%	44,56%	42,61%	44,43%

Tabla 17. Tasa de deserción cohorte promedio acumulada según nivel de formación universitario y área del conocimiento

Área de conocimiento	2017	2018	2019	2020
Agronomía veterinaria y afines	33,50%	33,34%	32,20%	31,32%
Bellas artes	26,08%	26,20%	25,36%	24,88%
Ciencias de la educación	29,80%	29,89%	29,11%	28,34%
Ciencias de la salud	23,31%	23,38%	22,08%	21,39%
Ciencias sociales y humanas	27,36%	27,49%	26,39%	25,58%
Economía, administración, contaduria y afines	30,97%	31,02%	29,60%	28,79%
Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines	26,55%	26,61%	25,26%	24,53%
Matemáticas y ciencias naturales	25,23%	25,27%	24,37%	23,73%

Como puede deducirse de las tablas anteriores, la deserción en el nivel de formacion universitario es relativamente simular entre hombres y mujeres, se da en mayor proporción en instituciones públicas y en programas ofrecidos en metodología a discancia en sus modalidades tradicional y virtual. El área de conocimiento que presenta mayor deserción es Agronomía veterinaria y afines con deserciones que rondan el 33%; mientras que el área de Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines, al que pertenece el programa de Ingeniería Biomédica, presenta deserciones promedio del 25%.

Para el caso específico de programas académicos de pregrado registrados en el núcleo básico de conocimiento "Ingeniería Biomédica y afines" y en la modalidad presencial, el SPADIES reporta comportamiento de deserción como se muestra en la Tabla 18.

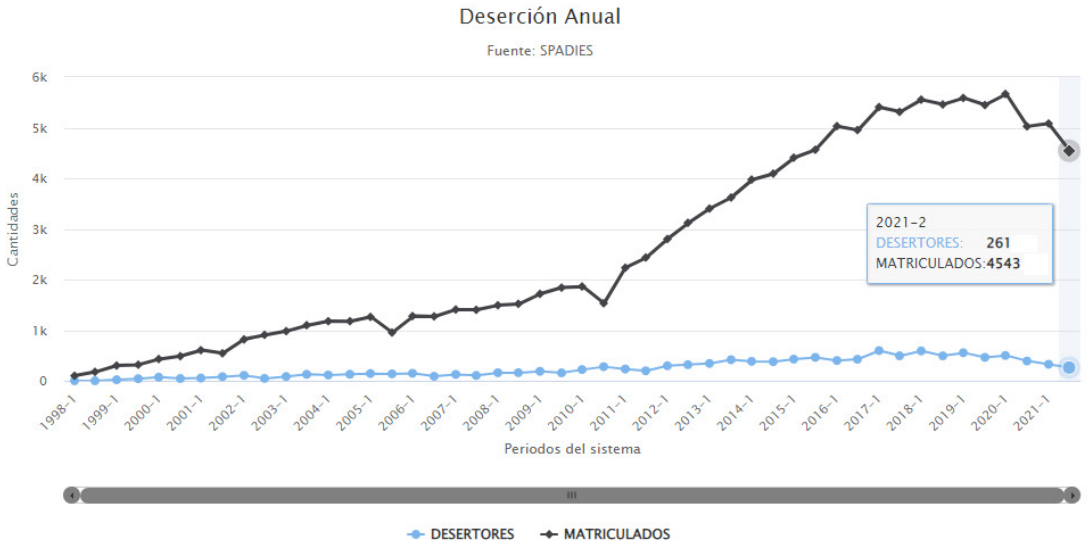
Tabla 18. Matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC "Ingeniería Biomédica y afines"

TIPO	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2
Desertores	596	494	590	493	553	462	500	391	326	261
Matriculados	5406	5313	5553	5459	5588	5449	5663	5025	5083	4543

Fuente: SPADIES, abril de 2023

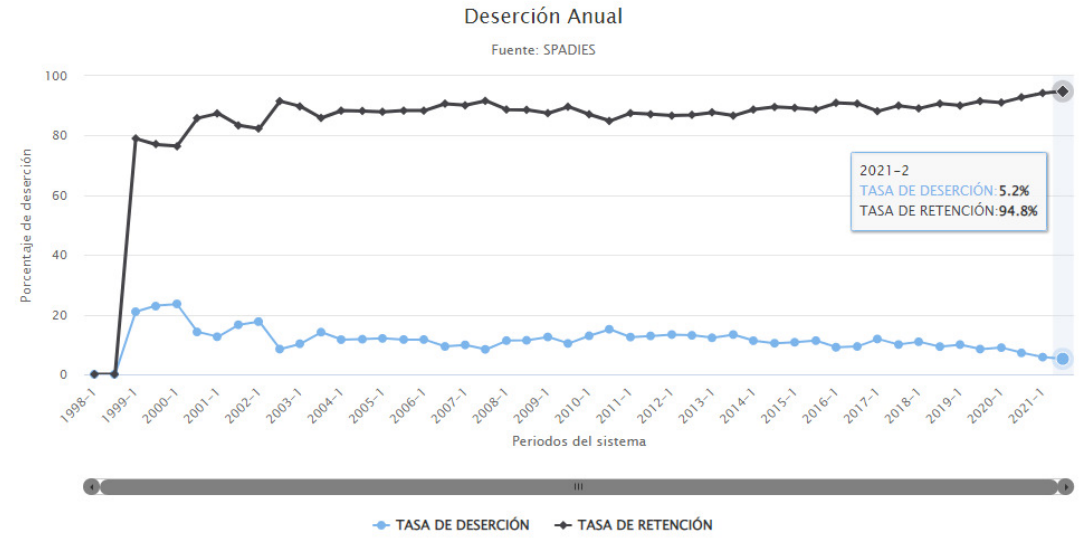
Con fines informativos, se consideró pertinente mostrar el comportamiento de matriculados y desertores desde el año 1998 para evidenciar el aumento de la matricula en este tipo de programas sin que exista una variación considerable de estudiantes desertores como lo muestra la Figura 12 y la Figura 13, donde para el año 2021-2 se reporta una tasa de deserción del 5.2% correspondiente a 261 estudiantes.

Figura 12. Comportamiento (cantidades) de matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC "Ingeniería Biomédica y afines"



Fuente: SPADIES, abril de 2023

Figura 13. Comportamiento (porcentaje) de matriculados y desertores para programas universitarios presenciales registrados en el NBC "Ingeniería Biomédica y afines"



Fuente: SPADIES, abril de 2023

4.1.5.4 Empleabilidad de los egresados

Según el Observatorio Laboral para la Educación del MEN, el seguimiento realizado a los graduados da cuenta de que a medida que los colombianos avanzan en su formación profesional, se vinculan al mercado laboral de forma más fácil, con mejores condiciones laborales y con la posibilidad de un incremento de sus salarios. Las cifras de graduados de educación superior en Colombia para el año 2019 alcanzaron los 507.338 titulados, duplicando el número de total de graduados respecto a 2010, donde esta cifra era de 257.294. Lo anterior representa un avance significativo en la cualificación de la población colombiana y en la culminación exitosa de las trayectorias educativas. Estos resultados evidencian los esfuerzos del gobierno nacional y de las

Instituciones por ofrecer nuevos programas académicos, aumentar cobertura y lograr que el país cada vez cuente con más profesionales que respondan a las necesidades de los territorios.

Para potenciar sus posibilidades de inmersión en el campo laboral, el egresado del programa de Ingeniería Biomédica desarrollará competencias que le posibilitan desempeñarse profesionalmente en el desarrollo de nuevos dispositivos y procesos para mejorar las prácticas médicas. A nivel nacional el Observatorio Laboral para la Educación muestra a 2019 el número de cotizantes dependientes Ingenieros Biomédicos y Bioingenieros con sus respectivas asignaciones salariales por Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV) en el país. Estas cifras se pueden observar en la Tabla 19 y la Tabla 20.

Tabla 19. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia para 2018 y 2019

	Rango salarial	Periodo graduación		Periodo graduación	
		Año		Año	
		2019	Porcentaje	2018	Porcentaje
		Graduados cotizantes dependientes		Graduados cotizantes dependientes	
Ingeniería Biomédica	1 SMMLV	41	10,9%	19	6,1%
	Entre 1 y 1,5 SMMLV	105	27,9%	66	21,2%
	Entre 1,5 y 2 SMMLV	75	19,9%	58	18,6%
	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	56	14,9%	57	18,3%
	Entre 2,5 y 3 SMMLV	49	13,0%	52	16,7%
	Entre 3 y 3,5 SMMLV	20	5,3%	16	5,1%
	Entre 3,5 y 4 SMMLV	14	3,7%	15	4,8%
	Entre 4 y 4,5 SMMLV	3	0,8%	15	4,8%
	Entre 4,5 y 5 SMMLV	6	1,6%	5	1,6%
	Entre 5 y 6 SMMLV	5	1,3%	7	2,2%
	Entre 8 y 9 SMMLV	1	0,3%	1	0,3%
	Entre 9 y 11 SMMLV	1	0,3%	1	0,3%
Total		**376**	**100**	**312**	**100**
Mediana		**Entre 1,5 y 2 SMMLV**		**Entre 2 y 2 ,5 SMMLV**	

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (2022)

De acuerdo con la información anterior, se evidencia que para 2019 la mayor parte de los egresados (27,9%) como ingenieros biomédicos se vincularon con una asignación base de 1 a 1,5 SMLV. Ahora bien, en lo referido a profesionales en Bioingeniería para 2019, un 22,9% de los profesionales en esta área se vincularon con una asignación salarial de entre 2,5 y 3 SMLV.

Tabla 20. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Bioingeniería en Colombia para 2018 y 2019

Programa	Rango salarial	Periodo graduación	Medidas	Rango salarial	Periodo graduación	Medidas
		Año			Año	
		2018			2019	
		Graduados cotizantes dependientes	Porcentaje		Graduados cotizantes dependientes	Porcentaje
Bioingeniería	1 SMMLV	5	7,1%	1 SMMLV	7	11,7%
	Entre 1 y 1,5 SMMLV	10	14,3%	Entre 1 y 1,5 SMMLV	14	23,3%
	Entre 1,5 y 2 SMMLV	14	20,0%	Entre 1,5 y 2 SMMLV	6	10,0%
	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	7	10,0%	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	11	18,3%
	Entre 2,5 y 3 SMMLV	16	22,9%	Entre 2,5 y 3 SMMLV	5	8,3%
	Entre 3 y 3,5 SMMLV	10	14,3%	Entre 3 y 3,5 SMMLV	5	8,3%
	Entre 3,5 y 4 SMMLV	1	1,4%	Entre 3,5 y 4 SMMLV	4	6,7%
	Entre 4,5 y 5 SMMLV	4	5,7%	Entre 4 y 4,5 SMMLV	2	3,3%
	Entre 5 y 6 SMMLV	2	2,9%	Entre 4,5 y 5 SMMLV	4	6,7%
	Entre 7 y 8 SMMLV	1	1,4%	Entre 5 y 6 SMMLV	1	1,7%
Total		70	100	Más de 15 SMMLV	1	1,7%
Mediana		Entre 2 y 2 ,5 SMMLV			60	100
					Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	

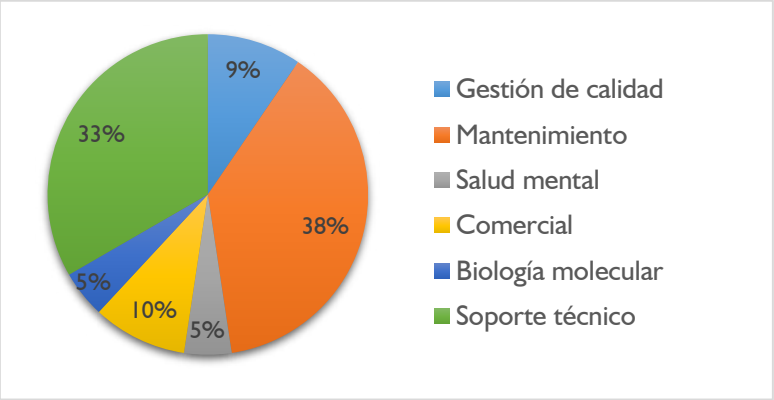
Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (2022)

4.1.5.5. Análisis de la potencial actividad profesional de los egresados del programa en el país y en la región

En Colombia, un Ingeniero Biomédico puede ejercer en empresas públicas o privadas participando en el diseño y desarrollo de dispositivos y productos que se utilizan en el ámbito médico. Además, puede vincularse como coordinador de mantenimiento, brindar soporte técnico de equipos biomédicos, coordinador de diseño de equipos, entre otros. Además, tiene la capacidad de ser investigador o líder de proyectos de investigación. A partir del análisis realizado en la plataforma de búsqueda de empleo El Empleo.com, se observan diversas ofertas relacionadas al perfil del Ingeniero Biomédico.

Específicamente, en el portal web se observó que entre el 28 de octubre y el 22 de noviembre de 2022 se publicaron un total de 21 ofertas de empleo. En la Figura 14 se observa la distribución de estas ofertas de acuerdo con las áreas de trabajo solicitadas.

Figura 14. Áreas de trabajo ofertadas para ingenieros biomédicos

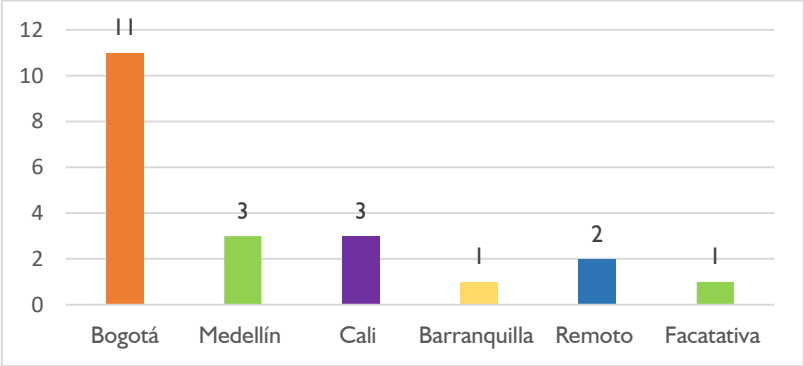


Fuente: elaboración propia a partir del portal web elempleo.com

De acuerdo con la figura, se observa que la mayoría de las ofertas, con un 38% son ofertadas para el área de mantenimiento, seguido de soporte técnico con un 33% del total de las ofertas.

Con la búsqueda realizada, se evidencia, además, que Bogotá se destaca como la ciudad con la mayor demanda de estos profesionales con un total de 11 ofertas laborales, seguido de Medellín y Cali con 3 ofertas cada una. Las demás ciudades o municipios que ofertan en el portal en el periodo de tiempo observado se presentan en la Figura 15.

Figura 15. Modalidad y ubicación de ofertas de empleo

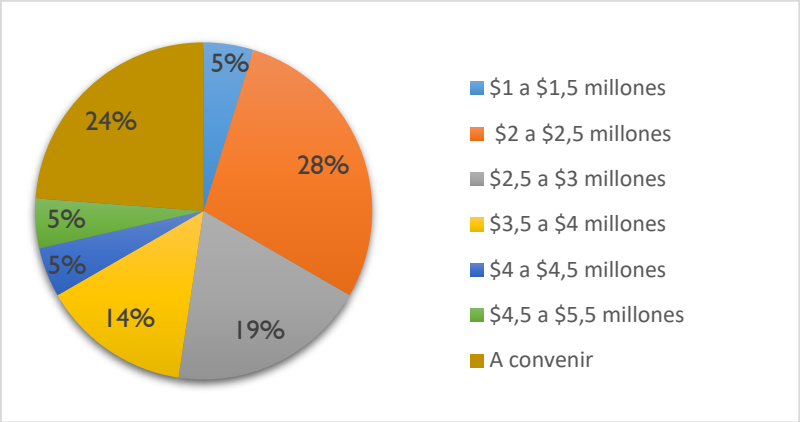


Fuente: elaboración propia a partir del portal web elempleo.com

Es interesante notar como 2 de las ofertas consultadas permiten el trabajo remoto entre sus condiciones para laborar en las compañías que ofertan las vacantes.

En lo referido a los salarios ofrecidos, se observa que para el 28% de las ofertas se ofrece un rango de entre 2 y 2,5 millones de pesos. Sin embargo, se resalta que un 24% de las ofertas se ubican en salarios a convenir. La distribución completa de salarios encontrados se observa en la Figura 16.

Figura 16. Salarios ofertados para profesionales en el área de Ingeniería Biomédica



Fuente: elaboración propia a partir del portal web elempleo.com

En el departamento de Santander, dada la oferta de programas académicos se tienen egresados en el programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Manuela Beltrán y la Universidad Autónoma de Bucaramanga. De acuerdo con cifras del Observatorio Laboral para la Educación, en 2020 el 43,21% de las personas graduadas en programas académicos ofertados en el departamento realizaron su cotización a sistemas de salud en el Departamento. La zona con mayor recepción de profesionales santandereanos fue la ciudad de Bogotá con el 7,9% del total de profesionales, seguido del departamento de Antioquia con el 3,2%.

Para Santander específicamente, reconocidas instituciones como la Fundación Cardiovascular de Colombia, publican en sus bolsas de empleo perfiles como el siguiente para sus equipos de trabajo:

Cargo: Profesional en Ingeniería con especialización en mantenimiento. Mínimo 3 años de experiencia en cargos similares, y en ejecución de proyectos de ingeniería.

Misión del cargo: Planear, organizar y controlar actividades administrativas y operativas dentro del proceso de Ingeniería Clínica y Hospitalaria que permitan garantizar la correcta administración de la tecnología biomédica e infraestructura del HIC y promuevan la seguridad del paciente y la satisfacción del cliente, todo esto con un manejo eficiente de los recursos físicos, económicos, técnicos y tecnológicos proveídos (fecha de publicación: 15 de noviembre de 2022).

De acuerdo con la Cámara de Comercio de Bucaramanga en los últimos años el sector salud ha sido uno de los más dinámicos de la economía santandereana, con ingresos aproximados de 2.9 billones en ventas anuales, generando aproximadamente 22.900 empleos a través de más de 4.385 empresas e instituciones. Lo anterior, evidencia que ante los retos que tiene Santander en la consolidación como potencia en la salud en la región, es importante mantener y brindar ofertas de formación pertinentes para aumentar la operatividad del sector en el departamento y cubrir las vacantes que se generen a partir de la expansión planeada para el sector en los próximos años.

<u>Emprendimiento en área de Ingeniería Biomédica</u>

Gracias al aporte de la UIS y otros centros educativos regionales se identificó que la estrategia para aumentar la competitividad de las empresas del sector salud debe partir de la generación y apropiación de nuevo conocimiento, específicamente para la industria de dispositivos, materiales

e insumos médicos, distribución y fabricación medicamentos, prestación de servicios de salud de alta, mediana y baja complejidad, aseguramiento de pacientes y toda la industria auxiliar que soporta el sector.

Además, como se mencionó en el apartado 4.1.3.1. la agencia de emprendimiento e innovación del Gobierno Nacional – INNPULSA Colombia, refiere el gran potencial para el desarrollo del HealthTech que existe en Colombia, a partir de la implementación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial o la biotecnología para mejorar la calidad y la cobertura de los servicios médicos. Algunos de estos retos en los cuales se podría potenciar los emprendimientos con cooperación de la Ingeniería Biomédica, son:

- Incorporar sistemas para la gestión hospitalaria.
- Implementar sistemas de gestión electrónica para las historias clínicas
- Efectuar soluciones para la telemedicina: telemonitoreo de sistemas.
- Optimizar la atención domiciliaria atendiendo el problema de movilidad en el país.
- Mejorar la de Interoperabilidad, que es la habilidad de los sistemas de información para compartir datos y posibilitar el intercambio de información entre ellos.
- Disminuir el tiempo para recibir atención y los costos para acceder a un médico especialista.
- Hospitalización domiciliaria - Clínica en el hogar (24/7).
- Diagnósticos ambulatorios en casa – Unidades médicas satélite con tecnología para diagnósticos.
- Conectar oferta y demanda de innovación en el sector salud.

Este ambiente emprendedor, para el área metropolitana de Bucaramanga resulta muy conveniente, pues además de sus buenos resultados en indicadores económicos, las perspectivas comerciales y la ubicación de dos zonas francas de salud, han promovido el turismo de salud. Sin embargo, como lo señala Pérez (2020) esto se ha realizado sin considerar las perspectivas de desarrollo y la mejora e internacionalización del sistema de salud por los médicos-empresarios de Bucaramanga. Lo anterior, señala la necesidad de incubar y potenciar emprendimientos que apunten hacia la internacionalización de este sector, como una alternativa de desarrollo para los profesionales de la salud, internacionalización de sus centros hospitalarios, adopción de estándares y protocolos estrictos para atender pacientes extranjeros y, oferta de innovaciones o servicios para el mejoramiento del sistema de salud pública de Colombia (Pérez, 2020).

4.2. CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA

La Ingeniería Biomédica es la disciplina que utiliza conocimientos integrados de matemáticas, ciencias e ingeniería para planear, diseñar, desarrollar, implementar y operar soluciones enfocadas a la salud humana y los sistemas de salud. En este sentido, las soluciones que se pueden proponer desde la Ingeniería Biomédica implican una amplia gama de fundamentos teóricos, así como una gran variedad de métodos y técnicas que dependen del objetivo a conseguir. A continuación, se dará un recorrido por conceptos teóricos en los que se basan los desarrollos desde la óptica de la ingeniería biomédica centrados en la salud humana.

Para poder proponer tecnologías enfocadas a la solución de problemas de la salud de los seres humanos, el ingeniero biomédico debe tener conocimientos básicos de biología. Esta ciencia es la encargada de estudiar todos los organismos vivos desde el punto de vista de su estructura y su función. Enfocado al ser humano, la biología brinda los fundamentos para entender el cuerpo

humano desde varios niveles. El primero de ellos, el nivel molecular, gracias al cual se comprende cómo las moléculas se agrupan en sustancias más complejas, por ejemplo: proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos que interactúan de manera organizada para garantizar el funcionamiento del organismo. Posteriormente, se analiza el nivel celular, el cual estudia la estructura y funcionamiento de la célula, este incluye el conocimiento de sus estructuras principales y cómo funciona cada uno de ellos para poder considerar a la célula como la unidad más pequeña que puede vivir por sí sola[25].

A nivel de organización celular, el ingeniero biomédico debe manejar conceptos más específicos referentes a la morfofisiología humana. Estas subramas de la biología se enfocan en el estudio de la forma y el funcionamiento de las estructuras del cuerpo, explicando como células similares se agrupan para construir estructuras denominadas tejidos que realizan una función específica en el organismo y como estos tejidos se organizan en unidades funcionales especializadas llamadas órganos. El conjunto de órganos enfocados en una función específica forma los sistemas (como el respiratorio, circulatorio, nervioso, gastrointestinal, musculoesquelético, endocrino, etc.), que integran sus funciones especializadas para garantizar la supervivencia del cuerpo humano. Es así como la morfofisiología brinda los fundamentos para conocer la forma de las estructuras que conforman el cuerpo humano y cómo interactúan entre sí, a través de diferentes factores que regulan su integración.

Acompañado de estos conceptos de biología humana, y de acuerdo con su énfasis disciplinar, el ingeniero biomédico maneja una variedad de fundamentos teóricos, a saber:

Electrónica. Esta área del conocimiento está relacionada con las propiedades eléctricas y magnéticas de algunos materiales y su interacción dentro de sistemas complejos para realizar una tarea. El comportamiento de los dispositivos electrónicos se puede modelar con lógica y ecuaciones matemáticas y de esta forma predecir de qué manera se comporta un solo dispositivo o un conjunto de ellos.

Mecánica. Es la ciencia que estudia el movimiento y el equilibrio de los cuerpos, así como las fuerzas que los generan. La mecánica es una rama de la física que utiliza las matemáticas para describir los fenómenos que ocurren a nivel macroscópico en cuerpos físicos, electromagnéticos y cuánticos. La mecánica le dará al ingeniero biomédico los fundamentos para realizar el estudio, el análisis y la descripción del movimiento del cuerpo humano en la disciplina denominada Biomecánica. Esta es una importante rama de la ingeniería biomédica que pretende estudiar y formular soluciones relacionadas con la rehabilitación de discapacidades motoras. Por otra parte, la mecánica también brinda las bases para poder caracterizar materiales desde sus características físicas a través de la ciencia de los materiales que se explica a continuación.

Materiales. Es un campo científico multidisciplinario que utiliza la física y la química para estudiar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales, para transformarlos y adaptarlos a un uso específico. En el programa de Ingeniería Biomédica, la ciencia de los materiales dará paso al estudio específico de los biomateriales, un tipo de materiales que pueden ser naturales o sintéticos y que se usan para apoyar, mejorar o reemplazar alguna función biológica del cuerpo

[25] LOS SERES VIVOS: morfología, fisiología, genética, ecología y biotecnología. Margarita Perea, Teresa González, Héctor Campos, Gabriel Guillot, Jorge E. Cogua. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2007.

humano. Estos conceptos le darán al ingeniero biomédico los fundamentos para conocer cuáles son las propiedades y características deseables en los materiales que van a ser usados en dispositivos médicos, ya sean implantables o de uso externo.

Informática. La informática es una rama de la ingeniería que se encarga del estudio de los métodos y procedimientos para almacenar, transmitir y procesar de forma automática, información que se encuentra en forma de datos digitales. Para esto la informática utiliza medios físicos como los dispositivos electrónicos y medios lógicos, que corresponden al desarrollo de algoritmos y programas computacionales, que se basan en los procedimientos y la lógica matemática.

La integración de todos los saberes expuestos arriba se desarrollará a través del método científico; este proceso de razonamiento permite explicar los fenómenos a través de la formulación de hipótesis y el desarrollo de experimentos que permitan refutar o confirmar dichas hipótesis y así llegar a una conclusión. Generalmente, para desarrollar el método científico se parte de la observación de un fenómeno, se identifica cuál es la situación que se quiere abordar (el problema) y con qué evidencia se cuenta, posteriormente se hace la formulación de la hipótesis de acuerdo con el problema y se define el diseño experimental, es decir, los objetivos y métodos que se va a utilizar en la etapa de experimentación. Luego, se hace la experimentación de la cual se deriva la recolección de datos y por último se analizan estos datos para contrastarlos con la hipótesis y poder llegar a una conclusión.

A partir de los fundamentos teóricos expuestos arriba, la ingeniería biomédica ha aportado al desarrollo de la tecnología al servicio de la salud en una variedad de áreas funcionales, como las siguientes:

La **bioinstrumentación** implica el uso de principios y métodos de ingeniería, incluidas las computadoras, en el desarrollo de dispositivos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

La **biomecánica** aplica los principios de la mecánica para comprender y simular problemas y sistemas médicos como el transporte de fluidos y el rango de movimiento. Los órganos protésicos como corazones, riñones y articulaciones artificiales son ejemplos de dispositivos desarrollados por ingenieros biomecánicos.

Los **biomateriales** implican el desarrollo de tejidos vivos naturales y materiales artificiales para su uso en el cuerpo humano. La elección de materiales con propiedades adecuadas es fundamental para el diseño de órganos funcionales, huesos y otros materiales implantables, que pueden incluir aleaciones, cerámicas, polímeros y compuestos.

La **ingeniería clínica** implica el desarrollo y mantenimiento de bases de datos informáticas, el inventario de equipos e instrumentos médicos, así como la compra de equipos médicos utilizados en hospitales. Los ingenieros clínicos pueden trabajar con los médicos para personalizar el equipo según las necesidades explícitas del hospital o del procedimiento médico.

Los **sistemas de adquisición de imágenes médicas** combinan el procesamiento, el análisis y la visualización de datos electrónicos con la comprensión de los fenómenos físicos para identificar y caracterizar problemas de salud como tumores, malformaciones y similares. La resonancia magnética (MRI), la ecografía y otras técnicas se utilizan comúnmente.

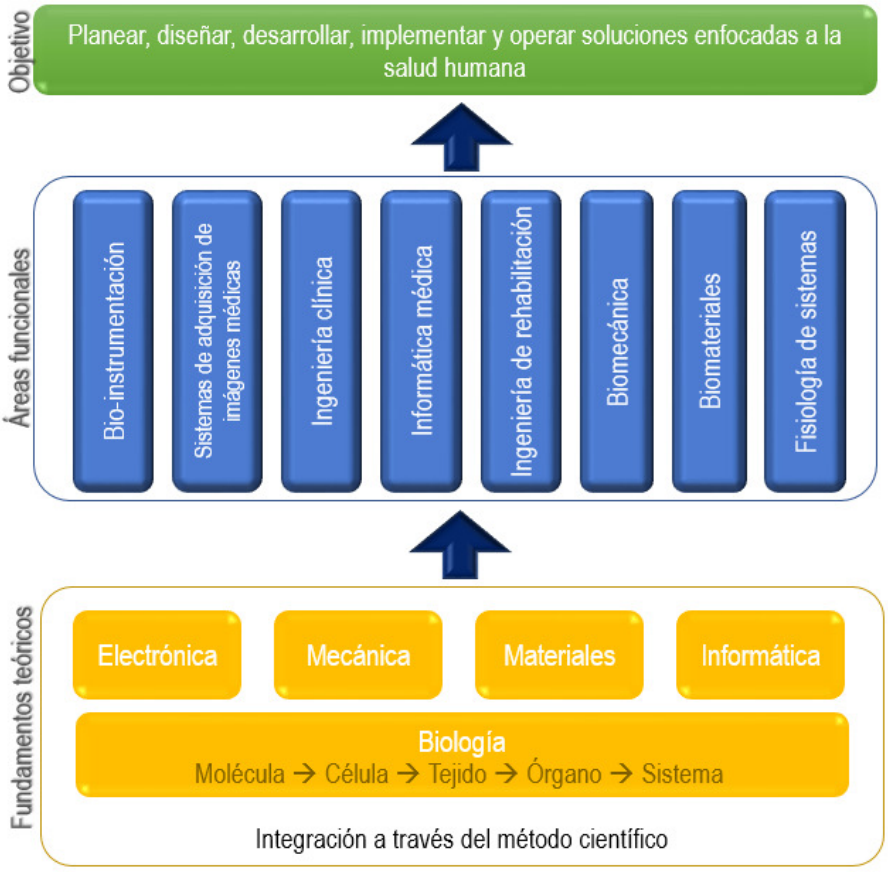
La **ingeniería de rehabilitación** se centra en mejorar la independencia, las capacidades y la calidad de vida de las personas con discapacidades físicas. Esta especialidad puede implicar el desarrollo de soluciones personalizadas para abordar necesidades muy específicas de las personas.

La **informática médica** se centra en el desarrollo de aplicaciones informáticas para el apoyo al diagnóstico de enfermedades, el análisis de imágenes médicas, la organización de información en instituciones prestadoras de servicios de salud y la telesalud, entre otros.

La **fisiología de sistemas** se centra en comprender, a niveles microscópicos y submicroscópicos, cómo funcionan los sistemas dentro de los organismos vivos, desde la respuesta a fármacos farmacéuticos hasta los sistemas metabólicos y la respuesta a enfermedades, los movimientos voluntarios de las extremidades hasta la curación de la piel y la fisiología auditiva. Esta especialidad implica la experimentación y el modelado mediante formulaciones matemáticas[26].

En la Figura 17 se muestra esquemáticamente la relación de los conceptos teóricos en que se basa el programa de Ingeniería Biomédica.

Figura 17. Conceptualización teórica del programa



Fuente: elaboración propia

[26] Universidad de Connecticut. Facultad de Ingenierías. Departamento de Ingeniería Biomédica. Acerca de la Ingeniería Biomédica. Disponible en: https://www.bme.uconn.edu/about-biomedical-engineering/

4.3. OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que articula las ciencias básicas, la fisiología y conceptos básicos de la medicina con la ingeniería para apoyar a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades desarrollando y mejorando dispositivos biomédicos o servicios clínicos. A pesar de ser una disciplina recientemente reconocida en la práctica de ingeniería, es ampliamente identificada en el mundo.

El objeto de conocimiento de la Ingeniería Biomédica es el ser humano, su comportamiento fisiológico, anatómico y bioquímico normal para enfrentarse a cualquier anormalidad. A partir de este estudio, el ingeniero biomédico propone una solución tecnológica de tipo informático, mecánico o electrónico que pueda contribuir a solucionar el problema; o por lo menos; a mejorar la calidad de vida de quien lo padece, enmarcado en la normatividad nacional y los acuerdos internacionales suscritos por el Estado colombiano, relacionados con la salud.

4.4. PROPÓSITOS GENERALES DEL PROGRAMA

El programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Industrial de Santander ofrece espacios de formación para la construcción de conocimiento, la investigación, el ejercicio democrático de la ciudadanía universitaria y el estudio de las problemáticas del contexto para aportar en la construcción colectiva de soluciones. Particularmente, la formación ofrecida se orienta por los siguientes propósitos:

- Formar profesionales en Ingeniería Biomédica con una sólida formación integral fundamentada en el desarrollo humano, ético, científico y técnico, comprometidos socialmente, que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad donde pertenezcan y la población en general.
- Aplicar los descubrimientos científicos y los conocimientos generados a partir de la investigación desarrollada en el área de conocimiento en el proceso de formación de los ingenieros biomédicos.
- Promover la investigación como actividad generadora de conocimiento, dirigida hacia el bienestar y desarrollo social del individuo y de la comunidad, con impacto local, nacional e internacional.
- Contribuir al desarrollo del país mediante la implementación de soluciones biomédicas eficaces a los problemas de la salud humana relacionados con la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, a través del relacionamiento con el sector público y privado.

4.5. COMPONENTE FORMATIVO

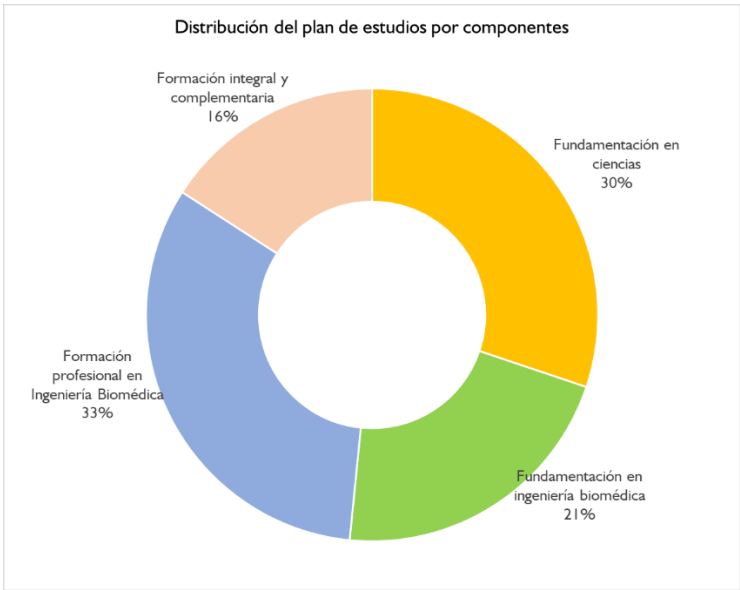
4.5.1. Plan General de Estudios

El plan general de estudios del programa de Ingeniería Biomédica está organizado en 44 actividades académicas que lo componen, con un total de 126 créditos, distribuidos en ocho niveles de duración del programa, con actividades académicas que tendrán entre 1 y 4 créditos

cada una. Ningún nivel propone en el total de las actividades académicas, más de 16 créditos, con lo que se espera el estudiante tenga flexibilidad de acuerdo con los tiempos que exige cada actividad académica, las cuales además de las horas de trabajo del estudiante con interacción del profesor (HIP), exigen una cantidad de horas de trabajo independiente del estudiante (HTI), para poder lograr las metas de aprendizaje.

El programa de Ingeniería Biomédica ha diseñado el proceso de formación en cuatro (4) componentes, como lo muestra en la Figura 18.

Figura 18. Distribución del plan de estudios por componentes



Fuente: elaboración propia

Esos componentes se desarrollan progresivamente a lo largo de los ocho (8) semestres académicos, de una forma integral, pues ninguno posee mayor importancia que los demás. A continuación, se hace una breve descripción del contenido de cada componente:

Fundamentación en ciencias: conformado por actividades académicas para el desarrollo de competencias en Matemáticas, Bioquímica, Biología, Física y Fisiología que forman en el estudiante una base sólida para entender las diferentes dimensiones de los problemas, proyectos, retos y necesidades que serán planteados en el componente de formación profesional. El plan general de estudios plantea 38 créditos académicos (equivalentes al 30%) en este componente.

Fundamentación en Ingeniería Biomédica: se compone de 27 créditos (equivalentes al 21%) representados por los cursos que complementan la fundamentación en ciencias, en donde el estudiante se acerca a la Ingeniería desde las disciplinas, conceptos y técnicas que la enriquecen, como son el conocimiento de los materiales, la bioinformática, la informática médica, la electrónica, la biomecánica, los fundamentos de la ingeniería clínica y una actividad académica denominada introducción a la ingeniería biomédica que acerca a los estudiantes a la comprensión inicial de su disciplina y lo que será su desempeño profesional.

Formación Profesional en Ingeniería Biomédica: corresponde a 41 créditos académicos del plan de estudios (equivalentes al 33%) donde el estudiante se enfrenta a las situaciones, necesidades

y problemas de estudio de la Ingeniería Biomédica y desarrolla sus competencias profesionales en el saber, el saber hacer y en el ser profesional.

Este componente incluye dos momentos claves del proceso de formación:

1) Formación en diseño en ingeniería: brinda al estudiante la oportunidad de realizar un ejercicio de análisis y aplicación de los conocimientos, habilidades y valores adquiridos durante su proceso de formación y proponer aportes o alternativas de solución a problemas o necesidades de la región o el país mediante el desarrollo de un Proyecto de Diseño en Ingeniería *(Capstone Design Project)* en el semestre VI y VIII del programa. El Consejo de Acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET, por sus siglas en inglés)[27] define el diseño de ingeniería, como el proceso de concebir un sistema, componente o proceso para satisfacer una serie de necesidades (ABET, 2020). En consecuencia, los programas de ingeniería deben asegurar a los estudiantes una experiencia guiada de diseño, que posibilite la integración de principios, conceptos y técnicas vistas en cursos previos, como parte de la estructura de sus currículos. Lo anterior, le brinda al estudiante una experiencia formadora y enriquecedora al ofrecer herramientas y desarrollar capacidades necesarias para que estos lleven a cabo prácticas de ingeniería reales, además, de fortalecer la adaptación de los nuevos profesionales a sus ambientes de trabajo (Urrea, Duque y Vásquez, 2021).

2) Formación de profundización: se da al estudiante la posibilidad de elegir una ruta formativa, de acuerdo con su proyecto de vida, en una de las 5 líneas de énfasis disciplinares de la ingeniería biomédica que posee el programa:

- **Ingeniería de Rehabilitación.** Estudio de la mecánica del cuerpo humano para el diseño y desarrollo de dispositivos mecánicos que permitan el reemplazo o mejora de una función perdida o deteriorada.
- **Instrumentación Biomédica.** Diseño de sistemas de diagnóstico y tratamiento que miden magnitudes fisiológicas o biológicas basado en los métodos de la electrónica y la instrumentación.
- **Biomateriales.** Desarrollo de materiales biológicos que permitan mejorar el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.
- **Bioinformática.** La Bioinformática corresponde al diseño y desarrollo de herramientas informáticas para la obtención, procesamiento y análisis de datos que permitan una mejor comprensión de los seres humanos para avances en detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **Informática Médica.** La informática Médica se preocupa de entender y promover el uso, organización, análisis y administración eficiente de la información en el cuidado de la salud. El conjunto de ciencias, métodos y técnicas que se utilizan para manejar la información médica; Producir estructuras para representar datos y conocimiento; Desarrollar métodos para una correcta y ordenada adquisición y representación de los datos; Manejar el cambio entre los procesos y las personas involucradas para optimizar el uso de la información; Integrar la información de diferentes fuentes.

[27] *ABET. Criterios para la acreditación de programas de ingeniería, 2019-2020. Criterio 5. Plan de estudios, numeral d.*

Formación Integral y complementaria: este componente, como su nombre lo indica, integra y complementa la formación técnica y científica que se brinda en los demás componentes. Estas actividades académicas desarrollan las competencias comunicativas en español e inglés, el emprendimiento, el cuidado del cuerpo, la capacidad de situar su ejercicio humano y profesional dentro de un contexto que se mueve en las diversas dimensiones del ser social y promueven el desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social y científico-tecnológica, como lo indica el modelo pedagógico UIS. La formación en este componente totaliza 20 créditos académicos del plan de estudios, equivalentes al 16% del total de los créditos.

En la Tabla 21 se listan las actividades académicas que conforman el plan general de estudios del programa de Ingeniería Biomédica y en la

Tabla 22 se listan las electivas disciplinares para cada línea de énfasis.

Tabla 21. Plan de estudios Ingeniería Biomédica

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA									
		T	P	T	P						O	E	
I	Cálculo de funciones en una variable	4	2	0	0	6	6	4	Ninguno	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Introducción al Álgebra Lineal	3	1	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Bioquímica	2	1	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Introducción a la ingeniería biomédica	2	2	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Cátedra UIS	2	0	0	0	2	1	1	Ninguno	Cualitativa	X		Vicerrectoría académica
	Lengua Extranjera I: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel I	**13**	**6**	**4**	**0**	**23**	**25**	**16**					
II	Cálculo de funciones en varias variables	3	1	0	0	4	5	3	Cálculo de funciones en una variable	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Mecánica	4	0	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Física
	Biología celular y molecular	2	1	0	0	3	6	3	Bioquímica	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Biología / Dpto. Ciencias Básicas
	Modelado asistido por ordenador CAD	2	3	0	0	5	4	3	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Diseño Industrial
	Programación	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Lengua Extranjera II: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera I: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel II	**11**	**7**	**5**	**0**	**23**	**25**	**16**					
III	Ecuaciones diferenciales	3	1	0	0	4	5	3	Cálculo de funciones en varias variables	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Laboratorio de Mecánica	0	3	0	0	3	3	2	Mecánica	Cuantitativa	X		Física
	Electromagnetismo	5	0	0	0	5	4	3	Mecánica	Cuantitativa	X		Física

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA							O	E	
		T	P	T	P								
	Fisiología I	2	1	0	0	3	6	3	Biología celular y molecular	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Biotecnología en salud	2	1	0	0	3	6	3	Biología celular y molecular	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Lengua Extranjera III: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera II: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel III	**12**	**6**	**4**	**0**	**22**	**26**	**16**					
IV	Bioestadística	0	2	2	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Fenómenos de transporte	1	2	0	0	3	6	3	Ecuaciones diferenciales	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Ing. Mecánica.
	Fisiología II	2	1	0	0	3	3	2	Fisiología I	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	4	2	0	0	6	6	4	Ecuaciones diferenciales Electromagnetismo	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Estructuras de datos	0	2	1	0	3	3	2	Programación	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Ciencia de los materiales	2	0	0	0	2	4	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / Esc. Ing. Metalúrgica
	Total Nivel IV	**9**	**9**	**3**	**0**	**21**	**27**	**16**					
V	Gestión de proyectos	2	3	0	0	5	4	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Biomateriales	3	0	0	0	3	3	2	Ciencia de los materiales Bioquímica	Cuantitativa	X		EISI / Esc. Ing. Metalúrgica
	Gestión tecnológica hospitalaria	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño de sistemas digitales y embebidos	0	3	1	0	4	8	4	Programación	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Bases de datos	0	2	2	0	4	5	3	Estructura de datos	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Lengua Extranjera IV: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera III: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel V	**5**	**10**	**8**	**0**	**23**	**25**	**16**					
VI	Biomecánica	2	2	0	0	4	5	3	Ciencia de los materiales	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Ing. Mecánica / Esc. Fisioterapia
	Procesamiento de Señales Multidimensionales	0	2	2	0	4	8	4	Diseño de sistemas digitales y embebidos	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Inteligencia Artificial y Big Data	0	2	1	0	3	6	3	Bases de datos Bioestadística	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño en Ingeniería I	0	6	0	0	6	6	4	Gestión de proyectos	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA							O	E	
		T	P	T	P								
	Formación empresarial	0	0	2	0	2	4	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / EEIE
	Total Nivel VI	**2**	**12**	**5**	**0**	**19**	**29**	**16**					
VII	Modelado de sistemas biomédicos	0	2	2	0	4	5	3	Fisiología II	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Salud Pública / EEIE
	Electiva disciplinar I	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.
	Electiva disciplinar II	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.
	Electiva Transdisciplinar	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa		X	
	Total Nivel VII	**7**	**8**	**3**	**0**	**18**	**30**	**16**					
VIII	Electiva disciplinar III	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño en Ingeniería II	0	3	0	0	3	9	4	Diseño en Ingeniería I	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Electiva de Formación Integral I	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa		X	
	Electiva de Formación Integral II	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno			X	
	Total Nivel VIII	**8**	**5**	**0**	**0**	**13**	**29**	**14**					
TOTAL DEL PROGRAMA		**67**	**63**	**32**	**0**	**162**	**216**	**126**					

HIP: Hora de interacción con el profesor T: Hora teórica O: Obligatorio Créd.: Créditos
HTI: Hora de trabajo independiente P: Hora práctica E: Electivo UAA: Unidad académico-administrativa

Tabla 22. Actividades académicas electivas disciplinares por cada línea de énfasis

Nivel	Actividad académica	Horas /semana				Créd.	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria Electiva		UAA a cargo actividad académica
		HIP		TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA							O	E	
		T	P								
ÉNFASIS: INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN											
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada	3	1	4	8	4	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia	Cuantitativa		X	EISI
	Mecatrónica	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA*											
	Robótica y Salud	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Instrumentación Biomédica Diagnóstica	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Instrumentación Biomédica Terapéutica y de soporte	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI

Nivel	Actividad académica	Horas /semana				Créd.	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria Electiva		UAA a cargo actividad académica
		HIP FÍSICA		TOTAL HIP	HTI				O	E	
		T	P								
	Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: INFORMÁTICA MÉDICA											
	Tecnologías de la información y la comunicación en salud	3	1	4	8	4	Bases de datos	Cuantitativa		X	EISI
	Telesalud	2	2	4	8	4	Bases de datos	Cuantitativa		X	EISI
	Análisis de imágenes médicas	0	4	4	8	4	Procesamiento de señales multidimensionales Estructura de datos	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: BIOMATERIALES											
	Biocompatibilidad de Biomateriales	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ingeniería de Tejidos	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Biomateriales Poliméricos	4	0	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: BIOINFORMÁTICA											
	Bioinformática Básica	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ómicas	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Bioinformática Molecular	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI

HIP: Hora de interacción con el profesor T: Hora teórica O: Obligatorio Créd.: Créditos
HTI: Hora de trabajo independiente P: Hora práctica E: Electivo UAA: Unidad académico-administrativa

* El estudiante tomará 3 de las 4 actividades académicas electivas ofrecidas que conforman este énfasis.

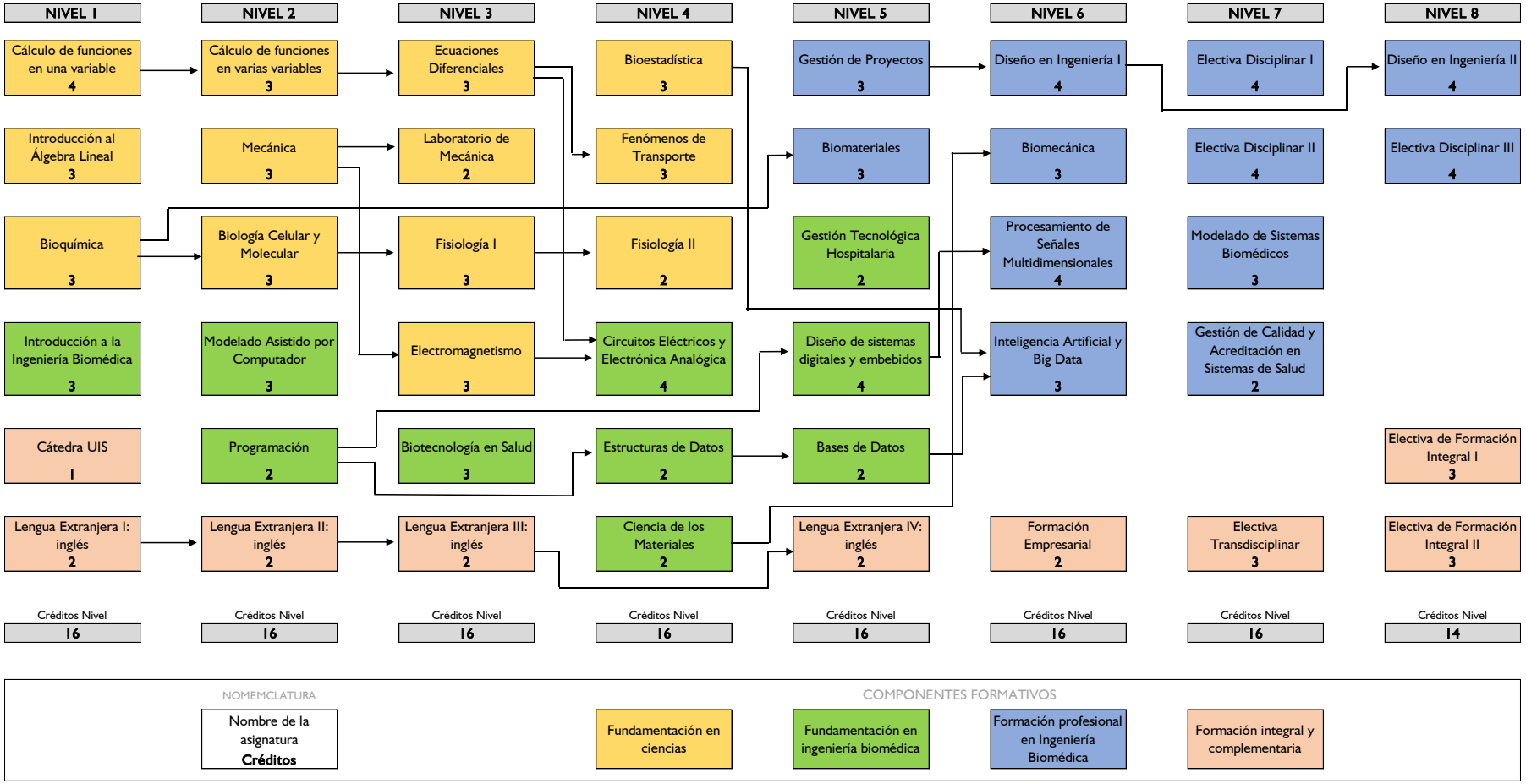
En la Tabla 23, se observa el número total de créditos por cada uno de los 8 semestres académicos y en la Figura 19 se muestra la estructura curricular del programa con sus componentes formativos.

Tabla 23. Número total de créditos por nivel

Nivel	Créditos académicos
I	16
II	16
III	16
IV	16
V	16
VI	16
VII	16
VIII	14
Total	**126**

Fuente: elaboración propia

Figura 19. Estructura curricular del programa de Ingeniería Biomédica



Fuente: elaboración propia

Como se detalló en la Tabla 21, en el plan de estudios también es posible distinguir dos tipos de componentes curriculares, el obligatorio y el electivo. El componente electivo del programa lo constituyen 21 créditos (16.7%) distribuidos en: tres cursos de electivas disciplinares (12 créditos, 9.5%), una actividad académica transdisciplinar (3 créditos, 2.4%) y dos actividades académicas de formación integral electiva (6 créditos, 4.8%).

Los datos referentes a la relación existente entre el número de horas prácticas y horas teóricas, cuya suma es equivalente a las horas de interacción entre el estudiante y el profesor (HIP) y las horas de trabajo independiente (HTI) se detallan para cada nivel del programa de Ingeniería Biomédica en la Tabla 24, así como la distribución por semestre de las horas que se desarrollan de forma sincrónicas en físico y en línea.

Tabla 24. Relación entre horas teóricas, horas prácticas y trabajo independiente

Nivel	Horas /semana					N° de horas de trabajo independiente (HTI)	Créditos
	HIP				TOTAL HIP		
	FÍSICA		EN LÍNEA				
	Teóricas	Prácticas	Teóricas	Prácticas			
I	13	6	4	0	23	25	16
II	11	7	5	0	23	25	16
III	12	6	4	0	22	26	16
IV	9	9	3	0	21	27	16
V	5	10	8	0	23	25	16
VI	2	12	5	0	19	29	16
VII	7	8	3	0	18	30	16
VIII	8	5	0	0	13	29	14
TOTAL	**67**	**63**	**32**	**0**	**162**	**216**	**126**

En la Figura 20, se aprecia el porcentaje total de horas teóricas y el porcentaje de horas prácticas del programa de Ingeniería Biomédica. Se resalta que el 39% de las de las horas de interacción del estudiante con el profesor, corresponden a horas prácticas, en donde los estudiantes podrán reforzar el componente teórico, con un conjunto organizado y secuenciado de experiencias, ambientes y recursos para el aprendizaje que tienen como fin cooperar en el desarrollo de las competencias, garantizando un aprendizaje profundo, embebido en significación y disponible para la interacción con conocimientos de otros campos del saber en procesos de innovación.

Figura 20. Distribución de horas teóricas y horas prácticas para el programa



En la Figura 21, se aprecia el porcentaje total de horas en físico y en línea del programa de Ingeniería Biomédica. Se resalta que el 80% de las de las horas de interacción del estudiante con el profesor, corresponden a horas sincrónicas en ambiente físico, en donde los estudiantes podrán tener el apoyo docente cara a cara en el desarrollo de actividades prácticas que requieran de mayor acompañamiento. El 20% de las actividades sincrónicas serán mediadas por TIC apoyadas en experiencias de aprendizaje debidamente planificadas por el docente y con propuestas pedagógicas y didácticas adaptadas a esta mediación.

Figura 21. Distribución de horas teóricas y horas prácticas para el programa



Fuente: elaboración propia

4.5.1.1 Trayectorias posibles de los estudiantes en su proceso de formación

Como se mencionó anteriormente, el plan de estudios del programa de Ingeniería Biomédica posee un componente electivo conformado por actividades académicas de tipo disciplinar, y otras de formación integral y complementaria. Éstas buscan desarrollar en el estudiante competencias específicas que dan respuesta a sus intereses formativos particulares como ingeniero biomédico. Además de estos componentes específicos del plan de estudios, el programa se apoya en la oferta macrocurricular institucional para ofrecer experiencias de aprendizaje y recursos sin créditos académicos.

Cuando se encuentre cursando el séptimo nivel del programa, el estudiante deberá escoger una de las cinco líneas de énfasis disciplinares (Rehabilitación, Instrumentación Biomédica, Biomateriales, Bioinformática e Informática Médica) que determinará las 3 actividades académicas correspondientes a: *Electiva disciplinar I* y *Electiva disciplinar II* a cursar en el 7° nivel y la *Electiva disciplinar III* a cursar en el 8° nivel. Es necesario que al momento de escoger la línea de énfasis que desea profundizar, el estudiante haya finalizado totalmente el componente formativo de "Fundamentación en Ingeniería Biomédica" y haber aprobado la actividad académica "Diseño de Ingeniería I" ya que es a través de los contenidos de estas actividades académicas que el estudiante podrá conocer e interactuar de manera preliminar con los diferentes énfasis que ofrece la ingeniería biomédica. Lo anterior le permitirá tomar una decisión autónoma e informada acerca del énfasis de su preferencia.

La amplitud del número de líneas a ofrecer a cada cohorte del programa la definirá la dirección de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática a la cual está adscrito al programa, teniendo

en cuenta el número de estudiantes que se proyecta admitir y el comportamiento de matrícula que haya tenido el programa. Inicialmente el programa iniciará con el ofrecimiento de las líneas de Informática Médica e Instrumentación Biomédica, teniendo en cuenta el análisis de oferta y demanda realizado en el Anexo A.

Adicionalmente, como parte del componente de formación integral electiva, el estudiante podrá escoger en el nivel 7 del programa una (1) actividad académica de tipo transdisciplinar, que le permitirá al estudiante la formación de competencias específicas en un área complementaria a su perfil profesional (e.g. química, física moderna, materiales, entre otras).

Así el proceso de formación planteado por el programa de ingeniería biomédica es un conjunto de estrategias dirigidas al cumplimiento del perfil de egreso que, como lo menciona Confrey (2015), no se plantea con una secuencia lineal de pre requisitos o tareas curriculares para el dominio de uno o varios conceptos y en el cual las elecciones del estudiante, frente al componente electivo curricular y al componente de formación macrocurricular, marcan una trayectoria propia de formación que le permite alcanzar el perfil de egreso.

En la Figura 22 se presentan las trayectorias posibles de los estudiantes en su proceso de formación, de acuerdo con las alternativas de actividades académicas que tienen prerrequisitos y la selección de actividades académicas electivas disciplinares, transdisciplinares y de formación integral.

Figura 22. Trayectorias posibles de los estudiantes en el proceso formativo



Fuente: elaboración propia

4.5.1.2 Estrategias de flexibilización del programa

El Modelo Pedagógico UIS21 entiende la flexibilidad como "la organización de las experiencias y ambientes de aprendizaje en planes de estudio adaptables, centrados en el estudiante y en el proceso de aprendizaje, enfocados al desarrollo de las competencias genéricas, transversales y específicas requeridas para el ejercicio profesional, y el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en la declaración de los propósitos de formación institucionales".

Acorde con lo anterior, el programa de Ingeniería Biomédica, acoge los lineamientos en la materia, definidos por el Modelo Pedagógico de la Universidad, por cuanto desarrolla un

proyecto educativo centrado en el estudiante, prevé rutas flexibles que atiendan el desarrollo potencial individual de los sujetos en formación, ofreciendo posibilidades para la toma de decisiones, de avance hacia la concreción de intereses personales de actuar profesional, e integra espacios de aprendizaje diversos, que favorecen la flexibilidad curricular [28] entre los que se encuentran:

- **Flexibilidad académica.** La estructura organizacional de la Universidad y su normativa facilita la flexibilidad académica del programa.

El programa de Ingeniería Biomédica estará adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Unidad Académico Administrativa (UAA) que pertenece a la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas y ofrece programas de alta calidad, trayectoria y reconocimiento, como el pregrado de Ingeniería de Sistemas, los posgrados de Maestría en Ingeniería de Sistemas, Maestría en Informática para la Educación y el Doctorado en Ciencias de la Computación, que servirán de apoyo en la creación y consolidación del programa gracias a la posibilidad de intercambio de experiencias, integración de saberes, desarrollo de experiencias de aprendizaje conjuntas y favorecimiento de la gestión curricular en aspectos tales como la programación de actividades docentes y optimización de recursos. Además por su estructura curricular, el programa también se articulará con otras UAA que apoyarán la formación de las competencias de fundamentación en ciencias e ingeniería, como la escuela de Física y Matemáticas de la Facultad de Ciencias, el departamento de Ciencias Básicas de la Facultad de Salud y la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicación de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, el Departamento de Deportes de la Facultad de Ciencias Humanas y el Instituto de Lenguas.

Por otra parte existen diversos procedimientos establecidos en el reglamento estudiantil de pregrado que facilitan este tipo de flexibilidad como la posibilidad de que el estudiante participe en programas de movilidad académica nacional e internacional, la homologación de asignaturas cursadas en planes de estudio de otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras con las que la UIS tenga convenios, la cancelación e inclusión de asignaturas durante el semestre en curso, la readmisión, la aprobación de asignaturas mediante una evaluación de suficiencia, la homologación de asignaturas por cambio de programa o por simultaneidad, y la posibilidad de homologar las asignaturas de inglés con el Instituto de Lenguas UIS.

- **Flexibilidad curricular.**

Entendida en el Modelo Pedagógico institucional, como la organización de las experiencias y ambientes de aprendizaje en planes de estudio adaptables, centrados en el estudiante y en el proceso de aprendizaje, enfocados al desarrollo de competencias requeridas para el ejercicio profesional, y el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en la declaración de los propósitos de formación institucionales[29].

[28] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 de 2021. Modelo Pedagógico Institucional. p.18.

[29]UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 de 2021. Modelo Pedagógico Institucional. p.9.

Entre las estrategias de flexibilidad curricular del programa están las siguientes:

- El plan de estudios contempla un reducido número de actividades académicas que exigen prerrequisitos para ser cursadas, lo que le permite al estudiante un avance en el plan general de estudios, acorde con su rendimiento, capacidades y posibilidades. Teniendo en cuenta lo anterior, el programa académico de Ingeniería Biomédica establece que 23 actividades académicas, de las 44 posibles, requieren que el estudiante haya cursado y aprobado una actividad académica como requisito previo.
- En coherencia con lo anterior, la ruta crítica del programa es de 4 semestres (equivalente al 50% de la duración del programa), entendida esta como la duración en períodos calendario de la cadena más larga de actividades académicas con dependencia una de otra, esta dependencia debida a los requisitos y co-requisitos que se establecen en ellas. La ruta crítica determina el tiempo mínimo de permanencia de un estudiante ya que debido a la mencionada dependencia puede hacer que un estudiante no pueda avanzar en su proceso de formación y retrasar la obtención de su título[30].
- Como se ha mencionado la flexibilidad del programa también se aprecia en el componente electivo disciplinar con la posibilidad que tiene el estudiante de elegir en sexto semestre una de las 5 líneas de énfasis que ofrece el programa de acuerdo con sus intereses. Estas líneas y las actividades académicas electivas que las integran podrán ser redefinidas teniendo en cuenta los cambios y avances en el entorno de la Ingeniería Biomédica. Esta estructura propicia una flexibilidad curricular para el estudiante pues establece un perfil de egreso común a todos, pero es lo suficientemente flexible para que una vez el estudiante apruebe el nivel 6°, oriente su perfil en una de las cinco líneas de énfasis posibles, abarcando así diversas áreas del saber en la Ingeniería Biomédica.
- Otras actividades académicas electivas como las electivas transdisciplinares (3 créditos) le permitirán complementar su perfil profesional desarrollando competencias para el trabajo transdisciplinar e interdisciplinar que es fundamental en el campo disciplinar de la ingeniería biomédica por la variedad de profesiones que intervienen en la mejora de la calidad de vida de los seres humanos.
- Sobre la flexibilidad curricular es importante destacar que el estudiante definirá un plan de formación integral electiva con una bolsa de 6 créditos. El plan de formación integral debe propender por el desarrollo de competencias genéricas y ciudadanas. Se establecen estrategias de formación integral electiva que permitan la aprobación de actividades académicas, la homologación de experiencias deportivas, culturales o académicas avaladas por la institución según se define en el documento: "Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos. UIS. 2021".

  Dentro de las experiencias de formación avaladas por la institución se encuentran las Cátedras Institucionales: Cátedra Low Mauss, Cátedra de Paz, Convivencia y Ciudadanía, y otras Cátedras Institucionales que pueden ser programadas cada semestre por la Vicerrectoría Académica de la Universidad, actividades académicas especiales como U22 Fest "Idear para transformar", que en este año tiene como objetivo la apropiación de los focos de la Misión de Sabios para resolver problemas de la comunidad universitaria, en el

[30] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 23 de 2022. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos. p.20.

evento se realizan conversatorios, retos, exposiciones artísticas entre otras. Además, se tienen en cuenta las participaciones en equipos deportivos y grupos artísticos y culturales de la institución.

- **Flexibilidad pedagógica.**

Como se describe en detalle en las actividades académicas del plan de estudios (Anexo C), la flexibilidad pedagógica está directamente relacionada con las estrategias de enseñanza y aprendizaje dentro de las que se incluyen: las clases teóricas y prácticas, además de la clase magistral y el aula invertida, el aprendizaje activo basado en problemas y en proyectos, la simulación y experimentación, quices gamificados y talleres y la realización de exposiciones, lectura y escritura de textos, laboratorios, entre otras. Es importante mencionar que el profesor contará en cada aula de clase con herramientas tecnológicas, entre las que se encuentran: un sistema integrado con equipos y plataformas de video conferencia, que permiten favorecer la utilización de las estrategias didácticas propuestas para el programa, con la participación interactiva en las clases, de forma sincrónica en físico y otros en forma sincrónica con uso de TIC, de los diferentes actores en el proceso educativo como son profesores, estudiantes, personal de apoyo, invitados del sector productivo, etc.

4.5.1.3 Estrategias de interdisciplinariedad del programa

Como se ha mencionado a lo largo del documento, la Ingeniería Biomédica incorpora varias disciplinas como son las matemáticas, la biología, la física, la química y la electrónica por lo cual el estudiante desarrollará competencias que le permitirán actuar en grupos interdisciplinares.

La interdisciplinariedad del programa se explicita y materializa a través de:

- La incorporación de las diversas disciplinas que nutren a la ingeniería biomédica dentro del proyecto educativo que transversaliza la interdisciplinariedad a lo largo del plan de estudios.
- La posibilidad de participar en actividades de aprendizaje transdisciplinares y de formación integral en otros programas académicos.
- La posibilidad de que las actividades académicas que integran el plan de estudios sean ofrecidas por escuelas diferentes a la que está adscrito el programa, por profesores de áreas disciplinares complementarias, a partir de lo cual se genera trabajo colectivo, y la conformación de grupos interdisciplinarios de estudio y de investigación.
- La incorporación y articulación de contenidos interdisciplinarios dentro las actividades académicas, que permiten la problematización de situaciones con la complejidad que se pueden observar en el entorno, acordes con el nivel de formación.
- La incorporación en las actividades académicas de estrategias de enseñanza centradas en el desarrollo de proyectos para la resolución de problemas reales, la convergencia de estos proyectos con programas afines será de gran importancia para potenciar el éxito de estos.
- La posibilidad de participar en semilleros de investigación que trabajan alrededor de problemas interdisciplinarios.
- La posibilidad de cursar de forma simultánea otro programa.
- Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática acoge al programa de pregrado de Ingeniería de Sistemas, y los programas de posgrado correspondientes a:

Maestría en Ingeniería de Sistemas, Maestría en Informática para la Educación y Doctorado en Ciencias de la Computación. Estos programas pueden apoyar a través de sus experiencias la formulación y ejecución de los proyectos diseñados en el marco del programa de Ingeniería Biomédica.

4.5.1.4 Transversalización de la formación integral

El programa de Ingeniería Biomédica entiende la formación integral como se expresa en el Modelo Pedagógico: "el resultado de todos los procesos de aprendizaje que permiten el desarrollo armónico del individuo en todas sus dimensiones, en un marco que promueva el ejercicio de la autonomía y el libre desarrollo de la personalidad. Por tanto, los ambientes de aprendizaje para la formación integral no se circunscriben a las aulas presenciales y virtuales, se encuentran en grupos culturales, semilleros de investigación, salidas de campo, eventos culturales y deportivos, experiencias de movilidad, y demás actividades a las que puede vincularse un sujeto en formación"

La formación integral, será entonces, el resultado de todos los procesos de aprendizaje que permiten el desarrollo armónico del individuo en todas sus dimensiones, en un marco que promueva el ejercicio de la autonomía y el libre desarrollo de la personalidad[31], esperando que el estudiante:

- Desarrolle competencias genéricas, ciudadanas, y específicas que lo habiliten para un desempeño profesional eficiente.
- Adquiera habilidades para la reflexión, el análisis, la asunción de posiciones críticas, la solución de problemas y la investigación.
- Fortalezca capacidades creativas que le permitan indagar situaciones, problemas, formular propuestas constructivas y entender y valorar las dimensiones estética y lúdica del ser humano
- Consolide la responsabilidad social mediante una visión ética del mundo, que lo comprometa con el respeto de los derechos humanos, el cumplimiento de los deberes, la participación política, el obrar en justicia y la protección y el mejoramiento del medio ambiente.

Para lograr lo anterior, el programa de Ingeniería Biomédica se apoya en lo dispuesto por la Universidad Industrial de Santander en el ámbito macro-curricular, en donde se direcciona mediante políticas académicas para la formación integral y pone en marcha programas y proyectos como:

- Programas para el desarrollo integral de los estudiantes ofrecidos por la División de Bienestar Estudiantil.
- Programas desarrollados por el Departamento de Cultura Física de la UIS, que se orientan a la comunidad estudiantil y permiten a cada estudiante participar libremente según su interés en diferentes actividades tales como olimpiadas deportivas y torneos de diferentes disciplinas que preparan a los estudiantes para representar a la UIS en eventos con otras Universidades.

[31] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 de 202. Modelo Pedagógico Institucional. p.10.

- El Sistema de Excelencia Académica (SEA) y programas de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), como UIS Ingenium, una estrategia para cultivar en los estudiantes la cultura de la investigación, la creatividad y la innovación. También la VIE cuenta con recursos presupuestales para financiar la movilidad nacional e internacional de estudiantes de la UIS, como estrategia para fomentar su vinculación a las diferentes comunidades científicas dentro y fuera del país.
- Convenios institucionales con otras universidades y empresas para el desarrollo de prácticas.
- Cátedras magistrales como la Cátedra Rodolfo Low Maus, Cátedra de salud y sociedad , Cátedra paz, convivencia y ciudadanía .
- Programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas a través del programa ALTISSIA.
- Oferta cultural de la universidad, como el festival internacional de piano y la existencia de grupos artísticos como la Coral UIS, el Grupo de Música y Danzas Afrocolombiana Macondo, El Grupo Expresión Musical UIS- EMUIS, el Grupo de Danzas y Música folclóricas UIS, Tuna UIS, TUNARTE UIS, y Teatro UIS, a los cuales pueden vincularse los estudiantes interesados.

Adicionalmente, el programa de Ingeniería Biomédica integra en todos los programas de sus actividades académicas micro competencias que promueven la formación integral del estudiante. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estas micro competencias:

- Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.
- Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.
- Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.
- Asume roles tanto de liderazgo como de soporte y apoyo en equipos de trabajo.
- Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.

4.5.1.5 Requisitos y condiciones para que el estudiante pueda cumplir con el plan general de estudios

La Universidad define los requisitos para grado en el Título V, Capítulo XI, del Reglamento Académico – Estudiantil de Pregrado, aprobado mediante Acuerdo del Consejo Superior No. 072 de 1982 y las normas vigentes. Específicamente, los requisitos de grado para los estudiantes de Ingeniería Biomédica, adicionales a la aprobación de los créditos académicos del plan de estudios son los siguientes:

> **ARTÍCULO 147º.** *Modificado por el Acuerdo del Consejo Superior Nº 075 de septiembre 23 de 2010.* Para que un estudiante pueda obtener su título profesional debe tener al final de su carrera un promedio ponderado acumulado igual o superior a tres, dos, cero (3.20).
>
> **ARTÍCULO 148º.** El aspirante a un título deberá presentar, en la Dirección de Admisiones y Registro Académico y dentro de los plazos estipulados por ésta, los siguientes documentos:

a. Cédula de ciudadanía o cédula de extranjería
b. El certificado de presentación del Examen de Calidad de la Educación Superior conforme a lo dispuesto en el artículo 2° del Decreto 4216 del 30 de octubre de 2009 del Ministerio de Educación Nacional.

Adicionalmente, para obtener el grado los estudiantes de programas de nivel profesional tendrán que haber alcanzado el nivel B1+ en inglés según el MCER. Para lograrlo el estudiante deberá demostrar haber alcanzado el nivel de dominio B1 según el MCER en inglés hasta que haya cumplido con el 60% de los créditos académicos definidos en su plan de estudio, ya sea mediante la realización de tres (3) cursos de dos (2) créditos académicos cada uno, ofrecidos por la Universidad, o validación de nivel de lengua superior a B1, mediante prueba estandarizada.

Una vez el estudiante demuestra que alcanzó el nivel B1, tendrá la oportunidad de realizar un curso que eleve su nivel de competencia a B1+, equivalente a dos (2) créditos académicos, que harán parte del 40% de los créditos académicos restante en su plan de estudios; al final del curso, el estudiante presentará la prueba de certificación de competencia de nivel B1+, cuyo resultado constituye la evidencia del cumplimiento del requisito de egreso[32].

4.5.2. Resultados de Aprendizaje

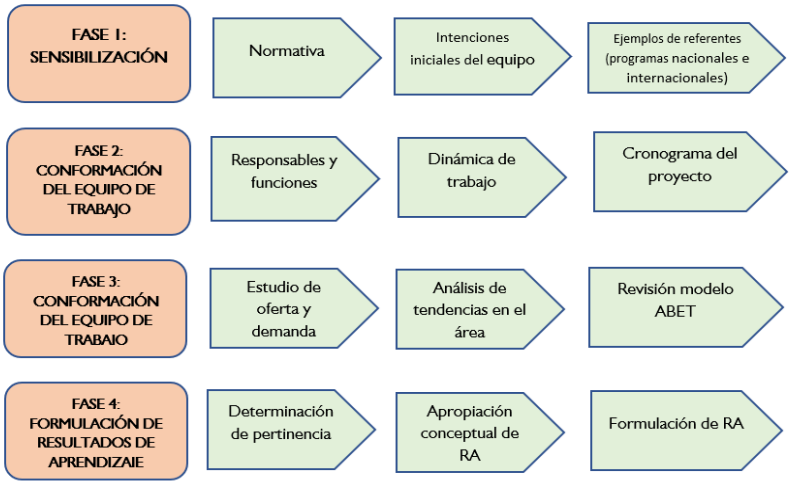
Los resultados de aprendizaje son concebidos como las declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico (Decreto MEN 1330 de 2016). Los resultados de aprendizaje hacen referencia a lo que el estudante sabrá, comprenderá y será capaz de hacer, como resultado integral de su proceso formativo (Resolucion MEN 21795 de 2020)

4.5.2.1. Descripción del proceso de definición y análisis de los resultados de aprendizaje del programa de Ingeniería Biomédica

Para el programa de Ingeniería Biomédica, el proceso de definición y análisis de los resultados de aprendizaje (RA), fue estructurado en cuatro fases con el objetivo puntual de buscar una coherencia con las tendencias educativas, la normatividad, el horizonte curricular del programa (orientado por competencias) y la apuesta de evaluación del mismo. Este proceso se describe a continuación y se observa en la Figura 23.

[32] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 023 de 2022. Por el cual se aprueban los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 23. Fases de formulación de Resultados de Aprendizaje



Fuente: elaboración propia

Fase 1: Sensibilización. Búsqueda y análisis de información documental que ofreciera un soporte conceptual y procedimental para la definición de los RA. Estos configuraron un soporte para el acercamiento a las características profesionales y del entorno.

Los referentes conceptuales y teóricos fueron:

- **Internos**. Proyecto institucional[33], Misión y Visión UIS, Modelo Pedagógico UIS[34] y Proyectos educativos de programas afines como Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica.
- **Externos**. Como una base para dar cuenta de los estándares de desempeño de perfiles profesionales. Al respecto, fueron dos grupos: i) De orden nacional: Consejo nacional de acreditación (CNA)[35], en especial las apuestas en cuanto a calidad de programas académicos; ii) De orden internacional: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)5[36] y Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET)[37]

Los referentes procedimentales fueron:

- **Internos**: Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS del 17 de agosto de 2021. Acuerdo 023 de 2022 del Consejo Académico, por el cual se aprueban los referentes institucionales para la

[33] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No 206 de 2018. Proyecto Institucional. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/proyectoInstitucional.pdf

[34] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 de 2021. Modelo Pedagógico Institucional.

[35] CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. CNA. Disponible en: https://www.cna.gov.co/portal/

[36] AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN ANECA. Disponible en: http://www.aneca.es/ANECA

[37] ACCREDITATION BOARD OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. ABET. Disponible en: https://www.abet.org/accreditation/

creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

- **Externos**: Resolución 021795 del MEN[38]; Una guía para redactar RA[39] y un modelo de guía docente desde RA.[40]

Fase 2. Conformación del equipo de trabajo. Con el objetivo de analizar los aspectos más importantes que debían componer el programa de Ingeniería Biomédica de la UIS, se conformó un equipo multidisciplinario de profesores y expertos de diferentes unidades académicas para el proceso de acompañamiento en la definición del perfil de egreso. Los profesores que acompañaron el proceso pertenecen a diversas unidades académicas entre las que se encuentran: Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela de Metalúrgica, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Matemáticas y Escuela de Física. Posteriormente, una vez definido el perfil de egreso, se realizó la estructuración de los resultados de aprendizaje, macro competencias, y micro competencias.

Fase 3. Análisis del contexto. En esta fase se realizó el proceso de ampliación de la información sobre el análisis de necesidades del entorno y grupos de interés. Este proceso se realizó a partir de una búsqueda documental y revisión de documentos institucionales y de instituciones vinculadas con procesos de desarrollo con el objetivo de revisar problemáticas propias del sector salud en el mundo, el país y la región.

Adicionalmente, el equipo de trabajo asistió a actividades de divulgación de temas de interés para la formulación de los Resultados de Aprendizaje, macro competencias y micro competencias. Entre los eventos de divulgación se registra la asistencia de parte del equipo de trabajo a la Séptima versión del Foro de Salud: Modelos de atención, innovación y tecnología clínica en la era post COVID, organizado por la Cámara de Comercio de Bucaramanga.

Además, es importante mencionar que, dentro del Plan de Desarrollo de la Universidad Industrial de Santander, se menciona que los programas académicos ofrecidos por la Universidad son formulados desde el compromiso institucional con la región, el país y el mundo, en condiciones de favorecimiento al desarrollo sostenible de las comunidades y los territorios desde una concepción pluricultural. En consecuencia, el modelo pedagógico de la Universidad incorpora estrategias de internacionalización del currículo, a fin de enriquecer el desarrollo de los diferentes programas académicos.

Dando cumplimiento a lo anterior, el equipo de trabajo adaptó los lineamientos del modelo de acreditación de la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería (ABET). Esta acreditación garantiza que un programa académico de una institución de educación superior cumple con los

[38] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resolución 021795 de 2020.

[39] UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO. CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA. Guía para redactar Resultados de aprendizaje. (sf). Chile. Disponible en: https://cdd.udd.cl/files/2018/11/Guia_para_Redactar_Resultados_de_Aprendizaje.pdf

[40] OYO, J. P. Un modelo de guía docente desde los resultados de aprendizaje y su evaluación. Instituto de Ciencias de la Educación Universidad de Zaragoza. 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275660407_

estándares de calidad establecidos para las profesiones de ciencias básicas, informática, ingeniería y tecnología.

Dentro de los aspectos motivantes para la obtención de esta acreditación se destacan los siguientes: i) Ayuda a mantener la calidad en la formación de los estudiantes (aseguramiento de la calidad). ii) Fomenta estandarización en los procesos de apoyo a la formación. iii) Fortalece el desarrollo de la academia y de la región en la cual se encuentra el programa. iv) Incrementa la competitividad del programa y la movilidad de su comunidad, a escala global. v) Cada vez toma más fuerza como requerimiento en la academia y la industria, en la comunidad local e internacional.

Dado lo anterior, y considerando que, para los estudiantes y graduados, hacer parte de un programa acreditado implica mayores posibilidades de acceso a estudios de posgrado o trabajo, pues les permite a empleadores y escuelas de posgrado reclutar egresados con la seguridad de que están bien preparados, el equipo de trabajo consideró fundamental alinear la construcción de los RA con lo establecido en el modelo de evaluación de ABET.

Fase 4: **Formulación de resultados de aprendizaje**.

- Determinación por parte del equipo consultor de la perspectiva del avance del conocimiento disciplinar y los requerimientos sociales (pertinencia).
- Creación de una dinámica para la formulación de RA a partir del modelo ABET. Incluyó: i) Apropiación conceptual de RA y de sus componentes (estructura) y ii) Una dinámica de redacción de RA a partir de reuniones periódicas.
- Formulación de RA.

4.5.2.2. Resultados de aprendizaje del programa a lo largo del proceso formativo

La formación del Ingeniero Biomédico se ha fundamentado en la misión, los principios y los valores del proyecto institucional UIS, con un enfoque basado en competencias y centrado en el estudiante. Los Resultados de aprendizaje del Ingeniero Biomédico UIS, le permitirán demostrar que está en capacidad de:

- **RA1:** Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas.
- **RA2:** Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales, normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.
- **RA3:** Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.
- **RA4:** Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en aquellas que se afecte la seguridad, la salud y el bienestar del público.

- **RA5:** Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes crean un entorno colaborativo e inclusivo para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.
- **RA6:** Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.
- **RA7:** Adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas para mantenerse al día en los cambios y evoluciones en el conocimiento, tecnología y herramientas que aportan al desarrollo de la disciplina biomédica.
- **RA8:** Analizar, modelar, diseñar, implementar y evaluar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería biomédica para la mejora de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **RA9:** Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos.

Los Resultados de Aprendizaje anteriormente expuestos constituyen una promesa de valor que hace la institución con la sociedad, en tal sentido son declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre al terminar un programa académico[41].

4.5.2.3. Macro competencias del programa

El Modelo Pedagógico Institucional de la UIS, además de centrar el proceso formativo en el aprendizaje, se apalanca en el aprovechamiento de las habilidades innatas de los estudiantes como recursos para la comprensión y aprendizaje de cualquier concepto de forma más eficiente, combinándolas con una práctica estructurada y el desarrollo del potencial de aplicación para la innovación y la solución de problemas concretos en el sector externo.

Para cumplir esta propuesta de valor, acogiendo lo establecido en los referentes institucionales para la creación, reforma y modificación de programas académicos[42], y teniendo en cuenta referentes externos como las competencias del modelo de acreditación ABET, el programa de Ingeniería Biomédica define unas macro competencias genéricas, ciudadanas y específicas para el programa las cuales están relacionadas con las micro competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales definidas al interior de cada una de las actividades académicas propuestas.

Los resultados de aprendizaje que fueron expuestos en el numeral 4.5.2.2. se alcanzarán a través del desarrollo de cada una de dichas macro competencias. Las competencias ciudadanas que se formarán en todos los graduados de la Universidad Industrial de Santander y que se fundamentan en su Proyecto Institucional y el Proyecto Educativo; las competencias genéricas que son transversales a los programas de ingeniería; y finalmente, las competencias específicas de la Ingeniería Biomédica las cuales guardan coherencia con los hallazgos del análisis de entorno.

---

[41] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Modelo Pedagógico Institucional. Acuerdo 233 de 2021, Consejo Académico.

[42] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de 2022

Macro competencias genéricas y ciudadanas

- **C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo:** contribuye a la convivencia pacífica, participa responsable y constructivamente en los procesos democráticos y respeta y valora la pluralidad, tanto en el entorno cercano, como en la comunidad, en el país o en el contexto internacional.
- **G1 Razonamiento cuantitativo:** utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.
- **G2 Competencias comunicativas:** emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.
- **G3 Manejo de la información:** selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.
- **G4 Trabajo en Equipo:** Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial.
- **G5 Aprendizaje autónomo:** aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo.
- **G6 Comunicación en inglés:** Se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina.

Macro competencias específicas

- **E1.** Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.
- **E2.** Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.
- **E3.** Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.
- **E4.** Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia.

Macro competencias específicas asociadas a las líneas de énfasis del programa

El proceso de formación está diseñado de tal manera que cada estudiante pueda profundizar su aprendizaje en cualquiera de los cinco (5) énfasis planteados por el programa. Cada área de énfasis

refuerza una de las competencias específicas enumeradas anteriormente de tal manera que las complementan y refuerzan.

- **E5. Ingeniería de rehabilitación:** Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas.
- **E6. Instrumentación biomédica:** Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **E7. Bioinformática e informática médica:** Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC.
- **E8. Biomateriales:** Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.

4.5.2.4. Articulación entre los resultados de aprendizaje, las competencias del programa y el Plan General de Estudios

En la Tabla 25 se muestra la forma como cada uno de los resultados de aprendizaje, presentados en el perfil de egreso, se relaciona con las macro competencias genéricas, ciudadanas y específicas del programa. En la Tabla 26 se muestra la progresión del desarrollo de cada macro competencia a lo largo del proceso formativo, teniendo en cuenta el nivel de dominio definido para cada una de ellas. Y finalmente en el anexo B se extiende esta articulación al nivel de micro competencias y las actividades académicas donde estas se desarrollan.

Tabla 25. Articulación entre los resultados de aprendizaje y las macro competencias del programa

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		MACRO COMPETENCIAS (MC)														
		ESPECÍFICAS								GENÉRICAS Y CIUDADANAS						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6
RA 1	Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas		X	X	X	X	X	X	X		X	X				
RA 2	Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales y normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.	X			X	X	X	X	X				X			
RA 3	Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.	X										X				X

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		MACRO COMPETENCIAS (MC)														
		ESPECÍFICAS								GENÉRICAS Y CIUDADANAS						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6
RA 4	Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en aquellas que se afecte la seguridad, la salud y el bienestar del público	X								X						
RA 5	Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes, crean un entorno colaborativo e inclusivo, para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos											X		X		
RA 6	Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.		X								X		X			
RA 7	Adquirir y aplicar nuevos conocimientos fruto de los cambios y evoluciones de la disciplina biomédica utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.														X	
RA 8	Mejorar la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades mediante el análisis y modelado, de dispositivos, sistemas, componentes o procesos biomédicos.	X		X	X	X	X	X	X				X			
RA 9	Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos.		X		X	X	X	X			X					

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Progresión del desarrollo de las macro competencias a lo largo del proceso formativo

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
		Macro competencias															
			5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
			Competencias específicas								**Competencias genéricas y ciudadanas**						
I	Cálculo de funciones en una variable											I				I	
	Introducción al Álgebra Lineal											I				I	
	Bioquímica			I		I	I			I			I		I		
	Introducción a la ingeniería biomédica		I		I	I	I	I	I	I	I		I	I	I		
	Cátedra UIS										I						
	Lengua Extranjera I: inglés																I
II	Cálculo de funciones en varias variables											2				I	
	Mecánica											2				I	
	Biología celular y molecular			I		I			I	I	I		I	I	I		
	Modelado asistido por ordenador CAD		I										2		I		
	Programación				I				2				2	2	2		
	Lengua Extranjera II: inglés																2

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
			5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
			Competencias específicas								Competencias genéricas y ciudadanas						
III	Ecuaciones diferenciales											3				2	
	Laboratorio de Mecánica											3				2	
	Electromagnetismo											3				2	
	Fisiología I			1			1	1			2				2		
	Biotecnología en salud		2	1	1	2	1			2	2						
	Lengua Extranjera III: inglés																3
IV	Bioestadística			2					2			3	3	3			3
	Fenómenos de transporte		2	2			2								2		
	Fisiología II			2			2	2	2		2				2		
	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica						2	2									
	Estructuras de datos								3				3		2		
	Ciencia de los materiales				2		2			2		4		3			3

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	Macro competencias	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
				5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
				Competencias específicas								Competencias genéricas y ciudadanas						
V	Gestión tecnológica hospitalaria			3		2	2							4		3		
	Diseño de sistemas digitales y embebidos			3				3	3		3		4					
	Bases de datos									3				4	4	3		
	Biomateriales										3			4	4			
	Gestión de proyectos			3								3		4	4	4		
	Lengua Extranjera IV: inglés																	5*
VI	Biomecánica			3				3								4		
	Procesamiento de Señales Multidimensionales				3										5	4		
	Inteligencia Artificial y Big Data			3	3			3		3			4	4	5*			
	Diseño en Ingeniería I			4	3	3		4	4	4	4			4		4	4	5
	Formación empresarial			4	3	4	3					4		5		5		

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	Macro competencias	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
				5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
				Competencias específicas								Competencias genéricas y ciudadanas						
VII	Modelado de sistemas biomédicos			4	3					4			5*					
	Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud			4			3					4		5		5		
	Electiva disciplinar I																	
	Electiva disciplinar II																	
	Electiva Transdisciplinar																	
VIII	Diseño en Ingeniería II			5*	3*	4*	5*	5*	5*	5*	5*	5*		5*		5*	5*	5
	Electiva disciplinar III																	
	Electiva de Formación Integral I																	
	Electiva de Formación Integral II																	

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	Macro competencias	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
				5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
				Competencias específicas								Competencias genéricas y ciudadanas						
Electivas disciplinares	***ÉNFASIS: INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN***																	
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia							5				4		4		4		
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada							5				4		4		4		
	Mecatrónica							5				4		4		4		
	ÉNFASIS: INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA																	
	Robótica y Salud			4				4	5							4		
	Instrumentación Biomédica Diagnóstica				4				5									
	Instrumentación Biomédica Terapéutica y de soporte								5									
	Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas								5									
	ÉNFASIS: INFORMÁTICA MÉDICA																	
	Tecnologías de la información y la comunicación en salud					4				5		4				4		
	Telesalud			4		4	4	4	4	5	4	4		4		4		
	Análisis de imágenes médicas			4	4					5			4					

Nivel	Actividad académica	Nivel de dominio**	E1 Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería…	E2 Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas…	E3 Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica…	E4 Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica…	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sist. para la rehabilitación y asistencia…	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos…	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información…	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sist. de diagnóstico…	C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo	G1 Razonamiento cuantitativo	G2 Competencias comunicativas	G3 Manejo de la información	G4 Trabajo en Equipo	G5 Aprendizaje autónomo	G6 Comunicación en inglés
	Macro competencias																
			5 -Evaluar	3 - Aplicar	4 -Analizar	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar	5-Evaluar
			Competencias específicas								**Competencias genéricas y ciudadanas**						
	ÉNFASIS: BIOMATERIALES																
	Biocompatibilidad de Biomateriales								4	5			4		4		
	Ingeniería de Tejidos								4	5			4		4		
	Biomateriales Poliméricos									5			4	4			
	ÉNFASIS: BIOINFORMÁTICA																
	Bioinformática Básica			4					5				4		4		
	Ómicas								5				4		4		
	Bioinformática Molecular			4					5				4		4		

Nivel de progresión de competencia	1 - Recordar	2 - Comprender	3 - Aplicar	4 -Analizar	5 - Evaluar
* Actividad académica donde se evalúa el desarrollo de la competencia.					
** Nivel de dominio de la macro competencia tomando como referencia la taxonomía de Bloom.					

4.5.3. Perfil de egreso

El Ingeniero Biomédico egresado de la Universidad Industrial de Santander es un profesional integral, capaz de crear y mejorar sistemas tecnológicos, procesos, técnicas, métodos y dispositivos que solucionan, con enfoque sostenible, problemas en la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades en el ser humano.

Se distingue por su habilidad para aplicar conocimientos fundamentales de la ingeniería, las ciencias básicas y la medicina a la identificación de necesidades del sector salud enfocadas en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades mediante el análisis y modelado de dispositivos, sistemas, componentes o procesos biomédicos de alto impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, teniendo en cuenta las implicaciones éticas en los contextos social, ambiental y económico donde se sitúan.

Es competente para formular proyectos e implementar soluciones eficaces e innovadoras en alguna de las líneas de énfasis del programa (Ingeniería clínica, Ingeniería de Rehabilitación, Instrumentación biomédica, Bioinformática, Informática médica o Biomateriales) basadas en información cuantitativa y considerando la salud pública, la seguridad, el bienestar, así como factores externos; así mismo es capaz de liderar, participar y comunicarse en equipos de trabajo multidisciplinarios donde aporta nuevos conocimientos, y crea entornos colaborativos e inclusivos para el establecimiento de metas, la planificación de tareas y el cumplimiento de objetivos.

4.5.3.1. Medios de comunicación y difusión a los estudiantes del plan general de estudios, de los resultados de aprendizaje y el perfil de egreso.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con medios de comunicación para todos los programas académicos, de pregrado y posgrado, que ofrece. Particularmente, se encuentran las siguientes estrategias que, con base en estos recursos, se dispondrán para difundir el plan de estudios, los RA y el perfil de egreso del Ingeniero (a) Biomédico (a):

- **Página web del programa:** En la página web de la universidad (https://uis.edu.co/es/) se dispone de fuentes de información general de la Universidad que permiten dar cuenta de los aspectos generales de cada unidad académica. Esta información es accesible para todo el público tanto para usuarios internos como externos a la Universidad. Además, dentro del portal, se encuentra un apartado discriminado para programas de pregrado, en el que se presentarán todas las características e información de interés del programa de Ingeniería Biomédica. Además, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática dispone del portal web http://cormoran.uis.edu.co/eisi/ a través del cual se incluye información de los programas de pregrado y posgrado de la Escuela que son de interés para toda la comunidad. Igualmente, en este espacio se presenta el plan de estudios de cada programa académico, los horarios para el semestre en curso, entre otra información de interés para los estudiantes del programa.
- **Redes sociales institucionales:** en el entorno social actual, de alta disponibilidad y acceso a la información en medios digitales, la Universidad cuenta también con redes consolidadas que aportan significativamente a la difusión de la información e interacción

con el medio. La UIS tiene actualmente una página de difusión de información en las siguientes redes sociales: Facebook, Instagram y Twitter. De manera específica, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática cuenta con página de difusión en la red social Facebook, en la cual a noviembre de 2022 cuenta con 2.250 seguidores. En general en este espacio se presenta información de interés de la comunidad educativa interna y externa de la Universidad para difusión de eventos y convocatorias de admisión para los programas de pregrado. También dispone de un usuario a través de la cuenta @EISIUIS en la red social Twitter. Asimismo, dispone de un canal en YouTube.

- **Participación en eventos académicos nacionales e internacionales:** los miembros de la comunidad académica podrán propiciar espacios de interacción durante eventos académicos y, a partir de sus resultados de investigación y de sus competencias, podrán divulgar el perfil de formación del programa.
- **Publicidad del programa en otros medios de comunicación audiovisuales:** en menor medida, dadas las condiciones sociales y de información de la sociedad actual, se acudirá a medios de comunicación radial o impresa para divulgar el perfil de egreso de los graduados.
- **Jornada inaugural de bienvenida a estudiantes de Ingeniería Biomédica:** los profesores del programa de Ingeniería Biomédica, al inicio de cada cohorte realizarán una jornada de bienvenida a los nuevos estudiantes, que iniciará con la presentación del plan de estudios, los resultados de aprendizaje y el perfil de egreso, con el fin de dar a conocer la importancia de cada uno de ellos en el proceso de formación que inician los estudiantes de primer nivel.
- **Actividades académicas del programa de Ingeniería Biomédica:** la divulgación de los resultados de aprendizaje, de los resultados de las evaluaciones que se realicen de estos y de los planes de mejora que se elaboren, se harán en las actividades académicas que sean punto de evaluación de los resultados de aprendizaje, para que los estudiantes del programa de Ingeniería Biomédica conozcan el proceso y la importancia del mismo. Este espacio se contempla en la actividad académica "Introducción a la ingeniería Biomédica" la cual es tiene como propósito presentar al estudiante un marco conceptual, experiencias de aprendizaje y casos de aplicación que le permitan tener un panorama de los fundamentos teóricos, los énfasis disciplinares y los entornos profesionales de la ingeniería biomédica.

En este punto es importante mencionar, que como apoyo a la gestión de los procesos comunicativos y el relacionamiento con el público de interés de la institución, en concordancia con el desarrollo de sus funciones misionales y la gestión administrativa de la UIS, está a cargo la Dirección de Comunicaciones, dependencia creada por medio del Acuerdo del Consejo Superior No 023 de 2019, como la unidad administrativa encargada de garantizar la prestación del servicio de comunicaciones a la comunidad universitaria y a la comunidad en general, servicios de los que puede hacer uso el programa de Ingeniería Biomédica.

Requisitos de graduación

Según lo establecido en los artículos 146, 147, y 148 del capítulo XI del Acuerdo 072 de 1982 del Consejo Superior, por el cual se aprueba el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado de la

Universidad Industrial de Santander, y por el Acuerdo 023 de 2022 del Consejo Académico, por el cual se aprueban los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander, para optar el título profesional de Ingeniero (a) Biomédico (a), es necesario que el estudiante cumpla con los siguientes requisitos:

- Haber cursado y aprobado todas las actividades académicas exigibles en el Plan General de Estudios, que permitan completar el mínimo de créditos requeridos en el programa.
- Haber alcanzado el nivel B1 + en inglés según Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas MCER.

4.6. COMPONENTE PEDAGÓGICO

La Universidad Industrial de Santander declara un Modelo Pedagógico que "se despliega en los ámbitos macro, meso y micro-curricular, centrado en el aprendizaje y en el sujeto que aprende, orientado a la formación para la innovación, asistido por el uso de tecnologías de la información y la comunicación" [43] y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En este modelo profesores y estudiantes tienen las mismas posibilidades de compartir sus experiencias significativas y emitir juicios críticos y argumentados sobre estos. Este planteamiento de los procesos pedagógicos de la Universidad sirvió como fundamento a la propuesta pedagógica del programa de Ingeniería Biomédica, planteada para garantizar un aprendizaje significativo, y que se refleja en el proceso formativo y en el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje.

4.6.1. Modelo pedagógico y didáctico del programa académico, que conduce al logro de los resultados de aprendizaje

La Universidad Industrial de Santander actualizó su modelo pedagógico institucional, según Acuerdo No. 233 de 2021 del Consejo Académico, a la luz de las nuevas demandas sociales y en articulación con el Proyecto Institucional vigente, cuyos cambios pueden resumirse como se muestra en la Figura 24.

[43] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.

Figura 24. Características del Modelo Pedagógico UIS21



El programa de Ingeniería Biomédica acoge los lineamientos del modelo pedagógico de la Universidad, que establece como característica principal de la apuesta curricular institucional, la formación integral de profesionales a partir de un enfoque en resultados de aprendizaje, con registros y evidencias del desarrollo de las competencias alcanzadas por los estudiantes al momento de graduarse.

Con el nuevo modelo pedagógico se pretende formar profesionales competentes disciplinares e interculturalmente éticos, versátiles, honestos, críticos, innovadores, sensibles, analíticos, responsables, alfabetizados tecnológicamente y socialmente comprometidos con el respeto por los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia; siendo estos los paradigmas que reclama la sociedad y que están inmersos dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) formulados por la Organización de Naciones Unidas. Adicionalmente, se pretende fortalecer el actuar docente, con miras a lograr el cumplimiento de los propósitos descritos en la nueva misión y visión institucional.

En cuanto a las herramientas, el modelo plantea una estrategia de innovación pedagógica que establece el monitoreo constante de su contexto, las comunidades y los territorios para retroalimentar la gestión curricular, e involucra a los claustros de profesores en la gestión del cambio, en el contexto de un sistema de excelencia académica docente, facilitando la articulación docente – estudiante – cuerpo de conocimiento para favorecer el crecimiento intelectual y personal del estudiante y la mejora de sus métodos, actitudes, valores y expectativas en relación con el aprendizaje.

El docente comprende su responsabilidad transformadora y el estudiante aprende a moldear su propia experiencia de aprendizaje en colaboración con sus compañeros. Por tanto, sus actores principales son los estudiantes y profesores; se requieren docentes comprometidos, que guíen a los estudiantes a descubrir su propio conocimiento, a desarrollar capacidades, competencias y habilidades para formar profesionales idóneos. Es así, como el docente debe crear ambientes de aprendizaje, implementar estrategias de enseñanza, evaluar el desarrollo de las competencias alcanzadas y con base en ello, valorar el cumplimiento de los resultados de aprendizaje, sin perder

de vista la retroalimentación oportuna que debe realizar a este proceso. Por su parte, el estudiante es el agente activo de su propio aprendizaje, quien, con el apoyo del docente, disminuye las barreras del conocimiento entre lo que saben y lo que quieren saber, saber hacer y ser, como profesionales.

El Modelo pedagógico de la Universidad Industrial de Santander está concebido en tres ámbitos: macrocurricular, mesocurricular y microcurricular, que identifican los estadios donde se desarrolla el proceso de aprendizaje en el programa.

- El Macro-currículo, que aborda la relación con el sector externo y los ambientes de aprendizaje requeridos, y da cuenta de la capacidad de respuesta institucional para satisfacer las necesidades educativas. En este sentido, en la UIS se direcciona a brindar una formación integral, y se despliega a través de programas y proyectos como: bienestar estudiantil, actividades culturales y deportivas, el sistema de excelencia académica, programas de apoyo a la movilidad, convenios, cátedras magistrales y programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas. En cuanto a procesos formativos, estos forman, desde y para la ciencia, privilegiando el desarrollo de competencias genéricas, ciudadanas y específicas del estudiante, pero también, incluye la formación en capacidades creativas para proponer iniciativas que afronten problemas y que asuman posiciones críticas basadas en la reflexión, y, la apropiación de conceptos éticos como la responsabilidad social. Asimismo, la universidad cimienta el modelo pedagógico en "concepciones y enfoques sobre el aprendizaje que se correspondan con los descubrimientos científicos sobre el sujeto humano que aprende, los mecanismos neurofisiológicos y psico-afectivos que emplea para procesar y atribuir sentido a la información, y para decidir sobre qué tiene que aprender y cómo hacerlo", por tanto, a partir de esas definiciones y hechos científicos se plantean las estrategias de aprendizaje, buscando calidad en el aprendizaje, y la estructuración de este en los diferentes contextos en los que cobre relevancia. Asimismo, la universidad busca, a través de la innovación pedagógica y la formación para la innovación, el constante monitoreo, mejoramiento, y readecuación de las estrategias pedagógicas en el desarrollo de la formación integral del estudiante.

- El meso-currículo, que implica que el modelo pedagógico se desarrolla con base al Proyecto educativo de cada programa. Esto sugiere que el PEP debe ser concebido teniendo en cuenta la articulación con el entorno, las políticas académicas de reciente formulación como la política de género y la política de educación inclusiva e involucrando la formación para la investigación y la innovación". De esta forma se busca que el egresado cumpla con los resultados de aprendizaje, demuestre sus conocimientos, destrezas y actitudes para el desempeño profesional, y que estos sean concordantes con la definición, modalidad, y fundamentación del programa. Adicional a lo anterior, también se busca desarrollar competencias en el estudiante, las cuales están asociadas a los resultados de aprendizaje, pero, que se enfocan en el individuo y se despliegan a través de la experiencia del estudiante durante todo los procesos formativos, siendo que, a partir de los resultados de aprendizaje declarados se plantean las macro-competencias relacionadas con las competencias genéricas, ciudadanos y específicas, y a su vez, a partir de estas, se listan las micro competencias clasificadas en cognitivas (pertinentes al saber), procedimentales (pertinentes al hacer) y actitudinales (pertinentes al ser). De este modo, se buscar que el estudiante pueda evidenciar

el desempeño aceptable respecto a las competencias establecidas, manteniendo un seguimiento y acompañamiento a lo largo del proceso formativo, ya que se comprende que el desarrollo de las competencias es un proceso gradual, y, por tanto, para su valoración es necesario comprender los diferentes momentos que pueden existir antes del momento de egreso.

- El micro currículo, a partir del cual se "delimita la relación profesor-estudiante-objeto de conocimiento y se expresa generalmente en programas de asignaturas, proyectos integradores, núcleos temáticos, cátedras magistrales, programas de prácticas y demás unidades de organización curricular". Institucionalmente, se concibe el proceso de aprendizaje desde la vista del constructivismo, entendiendo que la construcción del conocimiento es una tarea individual en la que el estudiante juega el rol principal de autoaprendizaje, mientras que, el profesor, busca disminuir la diferencia entre lo que se quiere aprender y lo aprendido, mejorando y acompañando el camino del aprendizaje del estudiante; el hecho de concebir el aprendizaje como una construcción individual implica que este proceso es influenciado por experiencias y conocimiento previos, razón por la cual, ciertos estudiantes podrán alcanzar los resultados de aprendizaje más rápido que otros, y, justamente en este contexto es que el trabajo colaborativo permite que todas estas experiencias previas sean compartidas, analizadas y confrontadas, potencializando el aprendizaje de cada uno de los involucrados.

El Modelo Pedagógico UIS21[44] se encuentra articulado con el Proyecto Institucional y plantea el desarrollo de la función sustantiva de la docencia, en armonía con los avances del conocimiento derivado de las ciencias del aprendizaje, afianzando la capacidad de la comunidad universitaria para el cumplimiento de la misión institucional de formar ciudadanos globales y futuros profesionales que participen con responsabilidad ética y política en el devenir sostenible del proyecto común de humanidad. El estudiante será el centro del proceso formativo, el cual se evalúa a través de resultados verificables, basados en competencias.

De esta forma, el Modelo Pedagógico se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes 2 enfoques: la innovación pedagógica y la formación integral.

- La innovación pedagógica se fundamenta en el uso de estrategias pedagógicas innovadoras en los procesos formativos, que tiene como propósito mejorar las prácticas de enseñanza, dentro y fuera de las aulas, así como dentro y fuera de los planes de estudio. Lo anterior implica el seguimiento de tres (3) aspectos fundamentales, con miras a propiciar el mejoramiento continuo de las prácticas pedagógicas: 1) diseño de un sistema de gestión curricular ágil que permita evidenciar el mejoramiento continuo de las experiencias formativas de los estudiantes, 2) sistema de evaluación curricular para evaluar las competencias de los profesores, así como sus prácticas de monitoreo para el mejoramiento continuo y, 3) sistema de excelencia académica docente que conlleva a la constante formación de los profesores, en relación a la actualización de estrategias de enseñanza y aprendizaje, así como de manejo de los recursos tecnológicos para desarrollar las prácticas formativas.

44 CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial de Santander.

- La formación integral se fundamenta en el rol que los docentes asumen para desarrollar en los estudiantes competencias para la reflexión, el análisis, la postura crítica, la generación de ideas y de soluciones, la creatividad, la imaginación y la consolidación de la investigación.

4.6.2. Principios que rigen el proceso formativo del Programa en coherencia con el PI y el modelo pedagógico

En coherencia con el Proyecto Institucional de la UIS (2018) y con el Modelo Pedagógico de la UIS (2021), el programa de Ingeniería Biomédica orienta el proceso formativo centrado en el estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos se favorecen las relaciones dialógicas de la siguiente manera:

- **Actitud dialógica, tolerante y pluralista.** En la UIS se reconoce que el disenso es parte natural de la construcción de consensos basados en prácticas discursivas y argumentativas razonadas y razonables. Las relaciones comunicativas son pluralistas e inclusivas y se sostienen en el reconocimiento recíproco de los deberes y derechos de los interlocutores, quienes tienen la posibilidad de ampliar el horizonte de las propias convicciones.
- **Confianza e inteligencia colectiva.** La UIS se constituye como un espacio de reconocimiento mutuo en las relaciones intersubjetivas. Esto posibilita definir, elaborar e integrar propósitos, movilizar efectivamente el conocimiento y las competencias y abrir asertiva y creativamente canales de interacción y trabajo colaborativo y transdisciplinario, a fin de soportar la gestión institucional y la vida en comunidad y afrontar desafíos complejos.
- **Libertad de cátedra y de aprendizaje.** El diseño y el desarrollo de experiencias de aprendizaje están sujetos a unos referentes establecidos de manera consensuada en los proyectos educativos institucionales. El quehacer educativo de la UIS se fundamenta en el diálogo, la investigación y valoración de formas de aprendizaje y de objetos de conocimiento, en el respeto a la dignidad de las personas y de la institución y en una actitud crítica y propositiva.

En consecuencia, las estrategias pedagógicas en el programa se enmarcan en el Proyecto Institucional y el Modelo Pedagógico de la Universidad y se enfocan desde los propósitos de formación, proyectando el perfil de egreso y las competencias. Resulta esencial que aspectos como el aprendizaje centrado en el estudiante y el énfasis del profesor como diseñador de experiencias de aprendizaje y acompañante orientador del proceso de enseñanza-aprendizaje se contemplen en cada experiencia de aprendizaje.

4.6.3. Componentes pedagógicos, en consideración a la diversidad cultural, social y tecnológica de los estudiantes

El Modelo pedagógico de la Universidad se centra en los estudiantes, reconociendo a estos como: "sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos,

biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos"[45], es decir, reconoce que el estudiante, más allá del objetivo de recibir una formación académica, también necesita desarrollarse e integrarse a una sociedad, de modo que, pueda trazar su proyecto de vida en esta, y al mismo tiempo asuma el rol como un actor dinamizador, innovador, y participativo en la resolución de las necesidad propias y de la sociedad. Por tanto, la Universidad plantea brindar una formación integral y de innovación pedagógica, de modo que "esta educación prepara a los estudiantes de la UIS para ser sensibles, analíticos y responsables, con el fin de asumir los retos planteados por la diversidad cultural y la defensa de los derechos humanos, las relaciones complejas entre la política y la economía, el uso del conocimiento y el sentido de la ciudadanía y del liderazgo en el mundo global. Los estudiantes de la UIS aprenden a hacer uso aprovechable y razonado de recursos tecnológicos, a comunicarse eficazmente y a desempeñarse en espacios multilingües"[46].

En este orden de ideas el programa acoge lo propuesto por la Universidad en su Proyecto Institucional, a través de 16 valores y principios instituciones que orientan el quehacer de toda la comunidad universitaria, de los cuales 6 están ligados en el reconocimiento de la diversidad:

- **Dignidad:** reconocer que cada individuo es un ser único e insustituible en una comunidad, manifestando el respeto de la integridad de los seres vivos y de los derechos políticos, sociales y culturales del ser humano
- **Solidaridad, inclusión y equidad:** los procesos académicos, investigativos, de proyección social y de extensión de la UIS se construyen sobre el apoyo recíproco, y están comprometidos con la atención de las necesidades de los diferentes grupos sociales, en especial de los más vulnerables. Los miembros de la comunidad universitaria actúan con humanismo ante las urgencias de la inclusión social y del acceso equitativo a la educación y a la calidad de vida.
- **Actitud dialógica, tolerante y pluralista:** en la UIS se reconoce que el disenso es parte natural de la construcción de consensos basados en prácticas discursivas y argumentativas razonadas y razonables. Las relaciones comunicativas son pluralistas e inclusivas y se sostienen en el reconocimiento recíproco de los deberes y derechos de los interlocutores, quienes tienen la posibilidad de ampliar el horizonte de las propias convicciones.
- **Confianza e inteligencia colectiva:** la UIS se constituye como un espacio de reconocimiento mutuo en las relaciones intersubjetivas. Esto posibilita definir, elaborar e integrar propósitos, movilizar efectivamente el conocimiento y las competencias y abrir asertiva y creativamente canales de interacción y trabajo colaborativo y transdisciplinario, a fin de soportar la gestión institucional y la vida en comunidad y afrontar desafíos complejos.
- **Cosmopolitismo y universalidad:** la coherencia de la institución con el sentido e historia de las universidades se manifiesta en el reconocimiento de la pertenencia de la institución, con sus particulares atributos, a la sociedad global e intercultural. La UIS es una

[45] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo 026 de 2018. Proyecto Institucional. P.36.

[46] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo 026 de 2018. Proyecto Institucional. P.40

comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, al aporte y al intercambio investigativo, social y cultural.

- **Libertad de cátedra y aprendizaje:** el diseño y el desarrollo de experiencias de aprendizaje están sujetos a unos referentes establecidos de manera consensuada en los proyectos educativos institucionales. El quehacer educativo de la UIS se fundamenta en el diálogo, la investigación y valoración de formas de aprendizaje y de objetos de conocimiento, en el respeto a la dignidad de las personas y de la institución y en una actitud crítica y propositiva.

4.6.4. Recurso humano que apoya el componente pedagógico y permite el aprendizaje activo de los estudiantes en su proceso formativo

El proceso formativo del programa de Ingeniería Biomédica se apoya principalmente en los docentes (ver Capítulo 8., numeral 8.1), quienes, desde su formación académica y pedagógica, su experiencia docente y profesional y sus competencias, lideran el acompañamiento de la formación de los estudiantes. Ahora bien, el proceso formativo también puede apoyarse por estudiantes destacados, a partir de las siguientes figuras:

- Auxiliar docente: estudiantes de alto desempeño que aportan al proceso formativo de sus compañeros pares a partir de actividades extracurriculares de complemento y de aplicación de los contenidos vistos y desarrollados en las jornadas de clase con interacción con el profesor.
- Auxiliar de investigación: estudiantes de alto desempeño que participan en los grupos de investigación que apoyarán el programa de Ingeniería Biomédica y pueden aportar al proceso formativo de los estudiantes a través de asesoría en procesos de tipo investigativo.
- Auxiliar administrativo: Estudiantes que a través de la modalidad de auxiliatura servirán de apoyo al funcionamiento eficiente de la unidad académica o administrativa, de acuerdo con la guía del decano de facultad, director o jefe de la unidad académica o administrativa.

El proceso formativo del programa de Ingeniería Biomecánica, también se apoyará con lo reglamentado en el Acuerdo No 018 de 2014 del Consejo Superior, en el cual se establece la política y se definen los principios orientadores para contribuir a la excelencia académica de los estudiantes de pregrado de la Universidad Industrial de Santander, creando el Sistema de Excelencia Académica (SEA), dentro del cual se encuentra el programa MIDAS – (Modelo de intervención integral para disminuir la deserción y la retención académica en estudiantes de primer semestre de la UIS). Este programa busca a través de tutorías a cargo de estudiantes destacados, y monitorias a cargo de profesores, favorecer un cambio en la cultura de estudio mediante la aplicación de estrategias como el aprendizaje colaborativo, el aprender a aprender, el uso adecuado de tiempo y la comprensión lectora; además, es importante resaltar que las actividades ofrecidas en este programa ayudan a la apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes. El acompañamiento académico lo realizan estudiantes destacados de programas académicos de Ingenierías y Ciencias

Adicional a lo anterior, es importante señalar que el SEA plantea un acompañamiento académico mediante tutorías entre pares y monitorias dirigidas por profesores y, actividades académicas especiales, a través de las siguientes actividades:

- Acompañamiento y seguimiento académico a estudiantes de las asignaturas del ciclo básico de ciencias e ingeniería mediante el desarrollo de tutorías y monitorias a cargo del programa SEA-MIDAS.
- Clubes de Lectura dirigidos a estudiantes de los programas de pregrado, coordinado por el Programa SEA-Lenguaje. Ofrece espacios para seguir incentivando la práctica de la lectura y la formación en lectura crítica de los estudiantes de la UIS.
- Curso de lengua extranjera-español para estudiantes provenientes de grupos étnicos, que favorece una mayor integración y logro académico a quienes lo realicen. A cargo del Programa SEA-Lenguaje.
- Acompañamiento académico de tutores, en la Biblioteca y algunos centros de estudios. Actividad a cargo del SEA.
- Iniciativas de las Unidades Académicas, con la orientación y el apoyo del SEA, para acompañar, con tutorías o monitorias, a los estudiantes que cursan asignaturas identificadas como críticas en los informes del Balance Académico.

4.6.5. Descripción de los ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, herramientas tecnológicas y estrategias de interacción, en el marco del modelo o modelos pedagógicos y didácticos del programa académico

Ambientes de aprendizaje físicos.

El programa de Ingeniería Biomédica de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática desarrollará actividades académicas principalmente en el campus de Floridablanca de la Universidad Industrial de Santander, la cual cuenta con infraestructura física dotada de aulas para la docencia, laboratorios, espacios para investigación, biblioteca y administración. Los detalles de estos ambientes de aprendizaje físico se presentan en el apartado 10 correspondiente a Infraestructura física y tecnológica, del presente documento. Para su desarrollo también se dispondrán de los espacios de la sede central en lo referido a laboratorios, espacios deportivos, auditorios, entre otros. Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática cuenta con diversos espacios en la sede central, los cuales también estarán al servicio del programa. La descripción de estos espacios se realiza en el apartado 10 del presente documento.

Ambientes de aprendizaje virtuales y herramientas tecnológicas.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con la Política de apoyo a la formación mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación- TIC- (Acuerdo del Consejo Superior No. 51 de 2009). En dicha norma rectora, se define que la Institución "debe incorporar las TIC a los procesos de formación como estrategia para mejorar su calidad, favorecer la innovación y la aplicación de un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante". En cumplimiento de lo anterior, el programa ha establecido estrategias y herramientas para asegurar que la comunidad académica haga uso de ambientes virtuales de aprendizaje disponibles en la institución como Moodle o mediados por herramientas como Zoom y Microsoft Teams y para asegurar la

apropiación de estas herramientas la Institución ha generado procesos de aprendizaje en el marco de la política antes mencionada. Las herramientas de apoyo adicionales que se puedan implementar están sujetas a las decisiones de los docentes que dirigen las actividades académicas, en el marco de los principios rectores universitarios.

Adicionalmente, el programa hará uso de la amplia infraestructura tecnológica institucional que soporta las actividades misionales desde el ámbito virtual, para conocer en detalle esta información, se sugiere revisar el revisar el capítulo 9 y 10 de este documento.

Estrategias de interacción en el marco del modelo pedagógico

Dentro de las estrategias de interacción en el marco del modelo pedagógico se encuentran las estrategias de enseñanza y aprendizaje, siendo las primeras el conjunto de acciones, mediante el uso de recursos, que el docente utiliza para lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes y las estrategias de aprendizaje son los procedimientos utilizados por los estudiantes para su desarrollo académico.

A nivel del programa de Ingeniería Biomédica, las estrategias diseñadas e implementadas a nivel micro curricular se constituyen como procedimientos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos conscientes y orientados para cumplir un fin. Las estrategias son funcionales, significativas, cuentan con instrucciones claras, de fácil comprensión por parte del estudiante, quien también debe entender fácilmente cómo aplicarse y por qué son útiles para su aprendizaje. A continuación, se presentan las estrategias de enseñanza y las técnicas didácticas que empleará el programa de acuerdo con su naturaleza, centradas en el estudiante, y enfocadas en el aprendizaje experiencial. Este tipo de aprendizaje busca exponer al estudiante a una situación que simula un caso particular en el que debe tomar decisiones con base en los fundamentos vistos en clase y en la propia investigación independiente que realiza. Entre las estrategias particulares en este sentido, se encuentran descritas en la Tabla 27.

Tabla 27. Estrategias de enseñanza - aprendizaje

Estrategia	Definición
Estudio de caso	Solución de un problema o situación en algunas ocasiones con una respuesta o ejemplo.
Aprendizaje basado en problemas	Proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida. Un problema es cualquier duda, dificultad o incertidumbre que se debe resolver desde el área de estudio en el que se está aprendiendo.
Aprendizaje basado en proyectos	Modalidad de enseñanza y aprendizaje centrada en tareas, un proceso compartido de negociación entre los participantes, siendo su objetivo principal la obtención de un producto final.
Ensayos	Se caracteriza porque el estudiante puede ser capaz de convertir lo complicado en algo sencillo, donde puede simbólicamente expresar emociones, incógnitas, suposiciones y conclusiones y, además, utilizar la imaginación para su elaboración.
Gamificación	Técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.
Conferencia	Presencial, verbal
Mentoría	Acompañamiento uno a uno de un estudiante o profesional con alta experiencia en un rol a uno que inicia o se prepara para ello.

Estrategia	Definición
Entrenamiento programado	Entrenamiento vía digital con material previamente elaborado
Debates	Discurso oral catalogable como un tipo de conversación estructurada. Su objetivo es enfrentar dos o más opiniones acerca de un determinado tema polémico, o al menos, discutible desde diversos puntos de vista.
Aula invertida	Propone que los alumnos estudien y preparen las lecciones fuera de clase, accediendo en casa a los contenidos de las actividades académicas para que, posteriormente, sea en el aula donde hagan los deberes, interactúen y realicen actividades más participativas (analizar ideas, debates, trabajos en grupo, etc). Todo ello apoyándose de forma acentuada en las nuevas tecnologías y con un profesor que actúa de guía.
Aprendizaje cooperativo	Es una metodología que permite a los profesores agrupar a los estudiantes para impactar de forma positiva. Este método permite que los estudiantes mejoren la atención y la adquisición de conocimientos. El objetivo de esta metodología es que cada miembro de un grupo establecido realice con éxito sus tareas apoyándose en el trabajo de los demás.

Fuente: elaboración propia

Específicamente para la formación de ingenieros (as) Biomédicos y por la naturaleza del programa, se considera útil y pertinente en gran parte de las actividades académicas la implementación del aprendizaje basado en problemas dado que brinda una base conceptual y práctica, que va más allá de la teoría de conceptos y pasa a la práctica contextualizada, en dimensiones, fases y condiciones que deben ser controladas y orientadas a ganar desarrollo personal y técnico, pues tanto el docente como los estudiantes generan conocimiento, partiendo de la base de que se aprende desde el ensayo y el fracaso. Es útil, especialmente porque promueve la práctica en contextos específicos mediante la prueba y el error, para incrementar y aportar en el avance individual y grupal, ya que el docente no está exento de incrementar su experiencia y conocimiento.

Adicionalmente, la implementación de proyectos en el aula permitirá proponer una experiencia educativa auténtica en la que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos con aplicación en el mundo real. Lo anterior, permite la operatividad de las ideas que se proyectan y se plasman como parte de la solución de problemáticas puntuales y específicas, evidenciadas en grupos sociales, comunidades o entornos educativos cercanos, siempre en búsqueda de soluciones, que dan como resultado la generación de nuevos conocimientos teóricos y prácticos.

4.7. COMPONENTE DE INTERACCIÓN

El perfil de egreso del programa de Ingeniería Biomédica define resultados de aprendizaje que potencian en el estudiante la habilidad para interrelacionarse con pares, profesores y comunidades locales, regionales y globales. El logro de las competencias ciudadanas, además del reconocimiento de la responsabilidad ética y profesional considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales que se establece transversalmente a lo largo de las diferentes actividades académicas que componen el plan de estudios permite alcanzar estos resultados de aprendizaje.

Además, en el ámbito meso y macrocurricular, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y la Universidad promueve el desarrollo de habilidades en estudiantes y profesores para interrelación en diferentes contextos de capacitación en el fortalecimiento de habilidades de

comunicación asertiva, emprendimiento, liderazgo, entre otras, mediante el desarrollo de programas y actividades de formación integral como el programa de emprendimiento, bienestar estudiantil y la plataforma *Altissia* para la formación de competencias en otros idiomas diferentes al español, lo cual le permitirá al estudiante comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.

Para apoyar las habilidades de interrelación en el ámbito global, el programa de Ingeniería Biomédica acoge los lineamientos de internacionalización institucional apoyado principalmente en las siguientes estrategias:

- La participación de profesores externos de universidades con las que se tenga convenio dentro de las actividades diseñadas en los cursos.
- La posibilidad de dirección de cursos por profesores de universidades extranjeras
- El desarrollo de cursos por cooperación con universidades extranjeras por homologación o por certificaciones.
- La movilidad de estudiantes y profesores ya sea de forma presencial a través de los convenios vigentes, o por participación en actividades académicas en línea como conferencias, simposios, concursos, seminarios, etc.
- Incrementar el número de profesores invitados/visitantes y la oferta de cursos (semestrales e intersemestrales de Summer School) en inglés y otras lenguas extranjeras, como mecanismo para la formación integral y la atracción de movilidad entrante.
- Promover que diversos estudiantes opten por presentar su tesis en una lengua extranjera (inglés), particularmente los que presenten resultados de investigación.
- Estimular la participación en redes y consorcios internacionales de investigación.
- Promover las pasantías de investigación y las estancias posdoctorales de los profesores.
- Apoyar la formulación de proyectos internacionales de investigación conjunta.
- Contemplar en los acuerdos internacionales la modalidad de intercambio para prácticas en empresas.

4.7.1. Articulación de los componentes de interacción en el proceso formativo

El Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030 establece que la Universidad Industrial de Santander, en coherencia con el carácter público y en cumplimiento de la misión institucional, promueve espacios de interacción para el reconocimiento, el análisis y la solución de retos nacionales y locales. Al servicio de esto, proyecta los valores, los principios y las capacidades institucionales, fomentando el trabajo multidisciplinar y cooperativo.

Por otra parte, el modelo pedagógico de la UIS está centrado en el estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos, es decir, se evidencia la interacción de más de un actor en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto se evidencia a través de las relaciones de la Universidad con actores externos las cuales buscan soluciones o retroalimentación recíproca entre el campo de la educación y el campo laboral, teniendo en cuenta la opinión de empleadores y egresados. Asimismo, en el campus universitario la interacción se presenta entre profesor-estudiante,

profesor-profesor, estudiante-estudiante, profesor-investigadores externos y estudiante-investigadores externos, lo que propicia espacios de enseñanza, aprendizaje y permite el conocimiento de otros campos del saber.

Las siguientes son las estrategias de interacción entre estudiantes, profesores y externos, dispuestas por el programa de Ingeniería Biomédica:

- Actividades académicas con asignación de tiempo de trabajo con interacción con el profesor, en el que se desarrollan las competencias específicas y los indicadores de aprendizaje que aportan al perfil de formación.
- Para el programa se plantea la implementación del aprendizaje basado en proyectos, el cual requiere de un proceso motivador, donde los estudiantes son los protagonistas de su aprendizaje contando con la guía de un docente asesor. En estos proyectos se plantea la solución de problemas o casos para motivar el aprendizaje de los aspectos más relevantes de la materia o área de estudio. Este proceso requiere grupos de trabajo de 2 o 3 estudiantes para facilitar el proceso de aprendizaje. De manera similar, los cursos teórico-prácticos afianzan los conocimientos del estudiante y a su vez clarifican algunos conceptos teóricos que han sido abordados previamente por los docentes orientadores en las diferentes actividades académicas de los diversos niveles del programa. Para el programa de Ingeniería Biomédica, este método se implementa en las actividades académicas de diseño de ingeniería I y II, donde se espera que el estudiante desarrolle proyectos a partir de un problema a ser resuelto, con un objetivo claro y que no se soluciona solo teóricamente sino desde la realización práctica. Adicionalmente, se contempla el aprendizaje basado en proyectos en algunas actividades académicas propuestas para las líneas de énfasis del programa, como es el caso de la línea de instrumentación biomédica con las actividades de Instrumentación Biomédica Terapéutica y de soporte e Instrumentación Biomédica Diagnóstica.
- Experiencias de aprendizaje que propicien el análisis y discusión de problemas de la Ingeniería Biomédica desde la perspectiva particular de cada estudiante. En este contexto, se espera promover la movilidad en universidades nacionales o internacionales de los estudiantes del programa, así como incentivar la participación en eventos académicos o espacios de análisis y discusión como herramienta de ampliación de contexto y formación de pensamiento sistémico.
- A partir de los diferentes grupos de investigación que apoyan el programa, se espera que los estudiantes participen en semilleros de investigación que promuevan el desarrollo de sus capacidades investigativas.
- Participación en actividades académicas o investigativas fuera, en otras instituciones para fortalecer competencias, ampliar conocimientos.
- Espacios de interacción entre estudiantes, a partir de grupos de estudio, preparación de clases, tutorías y similares, en donde se espera lograr habilidades actitudinales, además de argumentación y construcción de análisis estructurado en grupo, temas de alto impacto en la calidad de los graduados.
- Los estudiantes del programa deberán trabajar en grupos para el desarrollo de sus proyectos de clase, lo que les permite establecer relaciones de confianza, donde se aprovechan las experiencias y conocimientos de todos los integrantes, además de coordinar y asignar actividades al grupo de trabajo.

- Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática tiene en la actualidad convenios con diferentes instituciones para el desarrollo de prácticas empresariales que buscan potenciar la formación profesional en sus estudiantes de pregrado. Igualmente, se están realizando acercamientos con instituciones como la Cámara de Comercio de Bucaramanga, a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación Estratégica de Oriente (OTRI), para potenciar esfuerzos futuros en actividades y convenios en las cuales puedan participar estudiantes del programa.

4.7.2. Actores el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural y las dinámicas para interactuar y establecer relaciones recíprocas, que contribuyan con los aspectos curriculares del programa

Las relaciones entre los diferentes actores que contribuyen con los aspectos curriculares del programa académico se encuentran en la interacción que tienen los estudiantes y profesores con el contexto en el cual se desarrollan. El programa de Ingeniería Biomédica, se propone gestionar convenios con instituciones nacionales e internacionales para establecer compromisos y oportunidades que permitan desarrollar en forma planificada actividades de cooperación mutua, con el fin de lograr consolidar la relación entre actores y en diferentes contextos locales, regionales y globales, que aporten en el proceso formación.

En el contexto del programa se identifican como actores, con los cuales profesores y estudiantes interactuarán de manera continua, a las empresas a nivel local, nacional e internacional, otras instituciones de educación superior nacionales e internacionales, los entes gubernamentales, las asociaciones profesionales y redes científicas. Cada una de ellas aporta de manera diferente al desarrollo del proceso formativo mediante las dinámicas de interacción relacionadas a continuación:

- **Empresas:** profesores y estudiantes del programa podrán interactuar con las empresas a nivel regional y nacional a través del desarrollo de prácticas empresariales, o trabajo de investigación en el marco de los proyectos integradores y en el marco de los convenios establecidos. A partir de estas prácticas, los estudiantes toman un problema o una oportunidad identificada en cada una de las empresas en cuestión y trabajan en esta de tal forma que al finalizar se pueda ver el aporte realizado por el estudiante. Aquí se resalta la presencia de las dos zonas francas de salud ubicadas en el municipio de Floridablanca, que cuentan con instituciones como la Fundación Cardiovascular de Colombia y la Fundación Fosunab las cuales son de gran importancia para el futuro desarrollo de convenios e interacción de los estudiantes con profesionales del sector.

- **Otras Instituciones de Educación Superior:** estudiantes y profesores podrán interactuar con otras instituciones a nivel nacional e internacional a través de los convenios institucionales que permiten la realización de intercambios para que los estudiantes cursen actividades académicas que posteriormente son homologadas, o para que los profesores hagan pasantías de investigación y/o desarrollen estudios de posdoctorado. A través de esta interacción estudiantes y profesores adquieren conocimientos acerca de cómo en otras instituciones se desarrolla el proceso formativo, utilizan otras instalaciones físicas y espacios para investigación, y tienen la posibilidad de vivir un intercambio cultural. También se da la interacción por medio de la participación

en congresos a través de pósteres y ponencias de los resultados de sus proyectos de investigación.

- **Entes gubernamentales:** los profesores del programa podrán participar en discusiones sobre el desarrollo de políticas a nivel de educación, al hacer parte de salas que evalúan el cumplimiento de la normativa nacional por parte de las instituciones de educación superior, entre otros. Esto brinda a los profesores conocimientos sobre la forma como deben desarrollarse los programas y su labor formativa de conformidad con lo establecido por las políticas nacionales.
- **Asociaciones profesionales o redes científica**: Los profesores del programa también hacen parte de asociaciones, redes académicas y científicas y de consejos profesionales, espacios en los que interactúan con pares académicos y se discuten temas de actualidad frente al ejercicio de la profesión, la implementación de políticas, la reglamentación en los diferentes campos de desempeño y la divulgación y transferencia del conocimiento.

Adicionalmente, a través de encuentros académicos organizados por Facultades, Escuelas, Departamentos o grupos de investigación se logra interactuar con empresas, investigadores, graduados y expertos en los diferentes campos que se desarrollen, brindando esto una visión más amplia de la forma como se desarrolla el estudio de la disciplina en la actualidad, los campos de mayor investigación, las tendencias a nivel de estudio de la ciencia, las necesidades de los diferentes sectores, entre otros.

4.7.3. Descripción de la forma en la cual el programa desarrollará las condiciones para que sus estudiantes y profesores puedan interactuar en contextos sincrónicos y asincrónicos:

El programa de Ingeniería Biomédica se propone en modalidad presencial y las actividades concebidas dentro de las horas de trabajo del estudiante con interacción del profesor (HIP) se deben realizar de manera sincrónica. No obstante, es importante tener en cuenta que el programa también dispone de estrategias para garantizar la formación a partir de encuentros de carácter asincrónico.

Estrategias para la interacción en contextos sincrónicos:

- Especialmente, se evidencian en los encuentros de clase, respetando lo establecido en el plan de estudios, como horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor (HIP), que puede ser de tipo teórico o práctico, en físico y mediadas por TIC. Cada experiencia de aprendizaje es debidamente planeada y apoyada por las estrategias y medios educativos adecuados, propiciando la incorporación de las tecnologías de la información que mantienen y desarrollan la transformación de la práctica pedagógica que se logró durante la pandemia.
- Actividades de formación en investigación, como encuentros, coloquios, eventos académicos de divulgación. Allí, el estudiante participa de estrategias de formación en contextos sincrónicos con sus docentes y pares.
- Actividades del semillero de investigación o de los grupos de investigación del que haga parte cada estudiante, como reuniones de avance o encuentros académicos.
- Disposición por parte de la Universidad de los medios y tecnologías que facilitan y favorecen la interacción de estudiantes y docentes.

Estrategias para la interacción en contextos asincrónicos:

- A través de plataformas académicas online (como Moodle), el docente puede plantear recursos o actividades de formación de carácter obligatorio o complementario. De esta manera, el estudiante participará de dichas actividades en el horario de su elección.
- Realimentación de avances del proceso formativo, a través de comentarios o revisión de documentos. En este tipo de actividades de interacción, el estudiante debe enviar al docente los avances o resultados de un trabajo asignado y éste, a su vez, revisa y remite, al cabo de un tiempo, sus observaciones y sugerencias.
- Disposición por parte de la Universidad de las herramientas necesarias que requieran los estudiantes para sus horas de trabajo independiente a través de la nube. Dado que parte de las actividades académicas del programa requieren de la disposición de gran capacidad de almacenamiento, la Universidad a través de diferentes proveedores ha gestionado la posibilidad para que los usuarios puedan acceder a los mismos archivos y aplicaciones desde cualquier dispositivo, pues los procesos informáticos y de almacenamiento tienen lugar en los servidores de servicio institucional. ·
- Realimentación de avances del proceso formativo, a través de comentarios o revisión de documentos. En este tipo de actividades de interacción, el estudiante debe enviar al docente los avances o resultados de un trabajo asignado y éste, a su vez, revisa y remite, al cabo de un tiempo, sus observaciones y sugerencias.
- Los semilleros y grupos de investigación también disponen de recursos previamente construidos (artículos, material didáctico, vídeos, evidencias de trabajo anterior), que pueden poner a disposición de los estudiantes para consultas de manera asincrónica.

4.7.4. Actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que proyecta implementar en los próximos siete (7) años para favorecer la internacionalización

Mediante Acuerdo del Consejo Superior N° 034 de 2009 se aprobó la Política de Relaciones Exteriores de la UIS con el fin de orientar, promover y desarrollar procesos de movilidad de personas, de intercambio de servicios y conocimientos y de cooperación interinstitucional, en los ámbitos nacional e internacional, orientados al mejor cumplimiento de las funciones misionales y al fortalecimiento institucional

En este contexto, el programa de Ingeniería Biomédica incorpora los lineamientos, las normas y las estrategias definidos por la Universidad para generar escenarios que favorezcan los procesos de internacionalización en los cuales participen los estudiantes y los docentes. A continuación, (numerales 4.7.4.1, 4.7.4.2, 4.7.4.3 y 4.7.4.4) se relacionan las estrategias propuestas en el programa de Ingeniería Biomédica, las cuales se desarrollarán desde el inicio del programa y durante los próximos siete (7) años.

4.7.4.1. Contenido curricular que favorece la comprensión de las dinámicas globales y que propician las competencias inter y multiculturales

El perfil de egreso del programa de Ingeniería Biomédica define resultados de aprendizaje que potencian en el estudiante la habilidad para interrelacionarse con pares, profesores y comunidades locales, regionales y globales.

Las competencias que el estudiante desarrollará en relación con esta capacidad de interacción son:

- C1: Ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.
- G2: Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.
- G6: Comunicación en inglés: se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina.
- E1: Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.

La integración de estas competencias en las diferentes actividades académicas se puede revisar en el anexo b y el anexo C.

La internacionalización en el programa se fortalecerá, además, a través de:

- La participación de profesores externos de universidades con las que se tenga convenio dentro de las actividades diseñadas en los cursos.
- La posibilidad de dirección de cursos por profesores de universidades extranjeras
- El desarrollo de cursos por cooperación con universidades extranjeras por homologación o por certificaciones.
- La movilidad de estudiantes y profesores de forma presencial a través de los convenios vigentes, o por participación en actividades académicas en línea como conferencias, simposios, concursos, seminarios, etc.

4.7.4.2. Contenido curricular que favorece el desarrollo de competencias comunicativas en una segunda lengua, de acuerdo con referentes internacionales

En Colombia, el MEN ha establecido políticas lingüísticas educativas y su correspondiente planificación para fomentar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de lenguas. El Proyecto de fortalecimiento al desarrollo de competencias en Lenguas Extranjeras contempla, que "El manejo de una lengua extranjera es sin duda una habilidad que empodera a los individuos, les brinda mayores oportunidades de acceso al conocimiento y a otras culturas y los hace más competitivos". Esta meta que el país se ha propuesto, en convertirse en uno de los países más competitivos de América Latina para las próximas dos décadas, impone un reto de transformaciones educativas profundas. En este sentido, el desarrollo de la competencia comunicativa en lenguas extranjeras impulsa la internacionalización de la educación superior en Colombia.

La UIS consciente de la responsabilidad social de formar ciudadanos del mundo y de la consecuente necesidad de la internacionalización, brinda a sus estudiantes una formación plurilingüe e intercultural mediante espacios adecuados para el fomento de la lengua extranjera.

Es así como mediante el capítulo sexto del Acuerdo del Consejo Académico No 023 de 2022, se establecen los Lineamientos Curriculares para el desarrollo de Competencias Plurilingües e Interculturales en los Programas Académicos de la Universidad Industrial de Santander[47], por medio de los cuales se busca aportar a la consolidación de procesos de internacionalización del currículo a partir del respeto y valoración de la propia cultura a fin de formar profesionales integrales que entiendan la dinámica global, y sean capaces de reconocer y ofrecer soluciones a las necesidades que surjan de la misma.

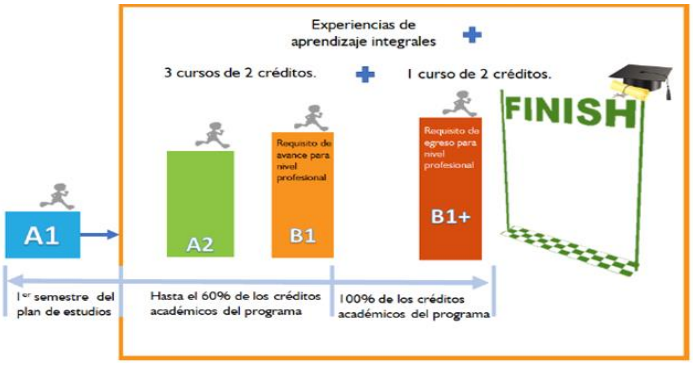
Por lo anterior, el desarrollo de la competencia plurilingüe e intercultural para la UIS está abierta a múltiples idiomas y culturas y se valora esta diversidad. Sin embargo, se establece como primera lengua extranjera el inglés, como herramienta base para la formación científica y tecnológica que basa sus principales desarrollos en literatura de este idioma. De acuerdo con lo definido en el documento de Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos, se espera que el nivel de dominio de inglés de los estudiantes de pregrado de nivel profesional a su ingreso a la universidad sea de al menos A1 según el MCER, sin que este sea un requisito para determinar el perfil de ingreso al programa.

En este sentido, los estudiantes de nivel profesional universitario que alcancen el nivel A1 o superior en el examen clasificatorio podrán acceder a la ruta formativa institucional para el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales señalada por la Universidad para los programas de pregrado. Quienes no alcancen el nivel de competencia esperado, A1, podrán tomar durante su primer semestre académico un curso nivelatorio y libre de créditos, que ofrecerá el Instituto de Lenguas de la Universidad. Al respecto, y para el caso de Ingeniería Biomédica se adoptan los lineamientos institucionales antes mencionados mediante las estrategias que se mencionan a continuación:

- En el plan de estudios del programa se incluyen ocho (8) créditos académicos definidos en el macrocurrículo para el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales, que el estudiante puede tomar en trayectorias específicas de avance hasta alcanzar el requisito de egreso, nivel B1+ en inglés según el MCER, definido para los programas de pregrado de la Universidad Industrial de Santander. La ruta formativa institucional propuesta se puede observar en la Figura 25.
- Estrategias didácticas: en el marco de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula se incluye la revisión documental, lectura de artículos científicos y escritura de textos académicos, en inglés.
- Uso y aprovechamiento de las nuevas tecnologías: en el programa de Ingeniería Biomédica el uso nuevas tecnologías se evidenciará en el desarrollo de aplicaciones que faciliten la interacción entre docentes y estudiantes y el uso de software específico en inglés.
- La comunidad académica del programa puede hacer uso libre de ALTISSIA, una plataforma belga que propone soluciones de aprendizaje en siete idiomas (inglés, alemán, español, holandés, francés, ruso y portugués), busca que los usuarios sean el centro del aprendizaje lingüístico. Los estudiantes pueden hacer uso libre de la plataforma de acuerdo con el interés en un idioma específico.

[47] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo 023 de 2022. Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos.

Figura 25. Ruta formativa institucional para el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales para programas profesionales



Fuente: tomado de la Universidad Industrial de Santander. Acuerdo 023 de 2022 del Consejo Académico.

4.7.4.3. Descripción de la forma en la cual se promoverá el conocimiento de la dinámica global frente a los cambios sociales, culturales, económicos y ambientales

En el programa el conocimiento se promueve a partir de la reflexión individual y colectiva sobre la relación de la dinámica global articulado con las necesidades y realidades locales y regionales, las tendencias educativas a nivel internacional en el área de pertinencia del programa, la transformación digital de las organizaciones, las políticas estatales y las prácticas cotidianas de los sectores relacionados con tecnología e innovación. Además de las actividades enunciadas en el apartado anterior y en el numeral 4.7.4.1, a estas reflexiones se suman las siguientes actividades académicas contempladas en el plan de estudios:

- **Contexto social:** Cátedra UIS y Electivas Transdisciplinares.
- **Contexto cultural:** Electivas de formación integral, Inglés I, Inglés II, Inglés III e Inglés IV.
- **Contexto económico:** Gestión de proyectos, Formación empresarial y Electivas disciplinares.
- **Contexto ambiental:** Cátedra UIS.

Además, de forma integral se incluyen en Diseño de Ingeniería I y II.

Además, se espera la participación en eventos de impacto regional, nacional e internacional donde se promuevan resultados de investigación de proyectos realizados por estudiantes y profesores del programa de Ingeniería Biomédica. También, dado que el programa desarrollará proyectos en torno al sector salud, se espera la participación de estudiantes, egresados y profesores del programa en formulación y ejecución de políticas nacionales de salud.

4.7.4.4. Mecanismos de interacción con comunidades locales, regionales, nacionales e internacionales

Para contribuir a las habilidades de interrelación entre estudiantes y profesores del programa en contextos locales, regionales y globales, se trazarán estrategias tales como:

- Incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: a través del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se gestionarán los recursos para el trabajo colaborativo en las sesiones académicas que lo requieran. De esta manera se influenciará en la sociabilidad entre estudiantes y docentes, al servirles como orientadores o guías del proceso de formación que van recibiendo en el programa. Mediante el uso de las TIC también se podrán emplear herramientas en las que se creen foros de discusión académica o se intercambie información relacionada con las líneas del programa.
- Empleo de los Entornos Virtuales de Aprendizaje: con el uso de Entornos Virtuales de Aprendizaje, donde se diseñen actividades para que el estudiante interactúe de una forma didáctica, de manera que el estudiante pueda leer documentos, realizar ejercicios, formular preguntas, entre otras.
- Participacion en redes colaborativas de aprendizaje o investigación.
- Divulgación de avances de investigación en variedad de eventos académicos y múltiples formatos textuales.

Estrategias de internacionalización del programa

La Universidad Industrial de Santander, según el Acuerdo No 034 de 2009, en su artículo 1: Establece la Política Institucional de Relaciones Exteriores para orientar, promover y desarrollar procesos de movilidad de personas, de intercambio de servicios y conocimientos y de cooperación interinstitucional, en los ámbitos nacional e internacional, orientados al mejor cumplimiento de las funciones misionales y al fortalecimiento institucional y delega en la Dirección de Relaciones Exteriores, las funciones de promoción y apoyo en la formulación y ejecución de los programas de internacionalización. Esta política brinda las condiciones óptimas para una activa interrelación con las comunidades académicas internacionales, concretada en la movilidad, las alianzas, el posicionamiento, entre otros.

En el Acuerdo del Consejo Superior No 029 de 2014, se reglamentan los programas de movilidad académica estudiantil de pregrado de la UIS, estableciendo las definiciones, los requisitos, los derechos, los deberes, los costos y los estímulos que rigen en la institución para el desarrollo del programa de movilidad nacional e internacional de la Universidad. También, como parte de sus estrategias de internacionalización, a través del Acuerdo 033 de 2022 la Universidad establece sus lineamientos para la internacionalización, los cuales están ligados a los ejes misionales de la Universidad, formación, investigación y extensión. En la Figura 26 se observa el esquema de internacionalización propuesto.

Figura 26. Esquema de Internacionalización en la Universidad Industrial de Santander



Fuente: Universidad Industrial de Santander. Acuerdo 033 de 2022.

La base del esquema de internacionalización propuesto, también, presenta 2 factores fundamentales para el ejercicio de la internacionalización. Estos son la gestión de la internacionalización y las capacidades transversales. La gestión se refiere a la administración y al ejercicio de responsabilidades sobre los procesos conducentes a la internacionalización, como vincular a las directivas a los procesos de internacionalización, a la gestión y financiación de la internacionalización, el establecimiento de metas claras y medibles, la adaptación y mejoramiento de la capacidad instalada, entre otros aspectos.

Por otra parte, el desarrollo de las capacidades transversales hace referencia a las competencias requeridas para interactuar con los miembros de la comunidad académica internacional y a las capacidades de infraestructura institucional, de relación y de cooperación que se requieren tanto en el ámbito individual como en el ámbito institucional de la Universidad, las unidades académico-administrativas, los grupos de investigación, etc[48].

Entre las opciones que ofrece la Universidad para la internacionalización que puedan incluir la participación de estudiantes y profesores del programa de Ingeniería en Biomédica se encuentran los siguientes escenarios:

Programa de apoyo a la movilidad de estudiantes. Los estudiantes del programa de Ingeniería Biomédica podrán beneficiarse de las siguientes modalidades de intercambio nacional o internacional en pregrado:

- Intercambio académico para cursar las actividades académicas correspondientes con sus planes de estudio (de carrera y electivas), las cuales posteriormente podrán ser homologadas por la UIS.
- Pasantía de investigación para la realización de una experiencia de investigación en universidades e instituciones cooperantes con reconocimiento en la materia.

Para el desarrollo de las anteriores modalidades, los estudiantes del programa de Ingeniería Biomédica podrán beneficiarse de los convenios existentes entre la UIS y universidades e instituciones ubicadas en países como Alemania, Brasil, Chile, China, Costa Rica, Corea, Cuba,

[48] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo 033 de 2022. Lineamientos para la Internacionalización de la Universidad Industrial de Santander.

España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Países Bajos, Perú, Portugal, Puerto Rico, Rusia, Uruguay y Venezuela. Al respecto, se requiere cumplir las condiciones del programa de movilidad de la universidad y justificar el contexto en el cual se realizará la estancia.

Para incentivar la movilidad de los estudiantes de la Universidad a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión garantiza un recurso a los estudiantes como apoyo a los gastos de estadía. Igualmente, las Facultades y Escuelas pueden destinar recursos para ofrecer a los estudiantes y apoyar estos gastos. Igualmente, los profesores de planta y cátedra de la universidad pueden acceder a estos recursos de apoyo.

Movilidad de profesores. La movilidad de profesores de la Universidad se puede realizar a través de los siguientes programas:

- **Programa Cónsul Académico**: A través de fondos propios de la oficina de relaciones exteriores, se financian rubros de viaje de profesores que tenga la intención de generar nuevos lazos de cooperación con instituciones extranjeras. Dentro de los requisitos están: Ser profesor de planta UIS, tener una aprobación de su Consejo de Escuela, realizar una propuesta de trabajo y formular los objetivos que se buscan obtener con la estancia y, adicional, trazar un compromiso de generar un convenio de cooperación.
- **Programa expertos de Icetex – Expertos Internacionales**: Programa desde el que se ofrece apoyos dirigidos a la financiación de la participación de expertos nacionales e internacionales en eventos y actividades organizadas en Colombia o el exterior, por instituciones de educación superior (IES), centros de investigación, instituciones tecnológicas, escuelas normales superiores o instituciones que se dediquen a labores académicas, de investigación, desarrollo e/o innovación, que hagan parte del programa de Reciprocidad para Extranjeros en Colombia o realicen actividades de cooperación con una de estas o el gobierno colombiano. El programa Expertos Internacionales fomenta y fortalece la internacionalización y la calidad de la educación superior y tecnológica en Colombia, al igual que los procesos de investigación, desarrollo e innovación implementados por las instituciones miembro.

4.7.4.5. Recursos (humanos, financieros, tecnológicos y físicos) requeridos para la ejecución de las actividades descritas

Los recursos requeridos para la ejecución de actividades de interacción en el programa de Ingeniería Biomédica son los profesores y estudiantes, los cuales se relacionan para reflexionar y desarrollar habilidades comunicativas, interacción y pensamientos críticos. Adicionalmente, los recursos tecnológicos y físicos descritos en el numeral 10, apoyarán el desarrollo de estas actividades.

4.7.5. Proyección para los próximos siete (7) años de las actividades que favorecen la internacionalización

El plan de internacionalización que se plantea el programa de Ingeniería Biomédica se elaboró con el fin de consolidar buenas prácticas que ayuden al programa a ir avanzando en procesos de

internacionalización desde el inicio de la primera cohorte. A continuación, se presenta la estructura de este plan, que permitirá hacer seguimiento a su progreso periódicamente.

Tabla 28. Plan de internacionalización, ventana 7 años

Área	Estrategia	Indicador	Meta anual	Meta final	Recursos
Curricular	Ofrecimiento de unas sesiones de actividades académicas en inglés	Número de sesiones de actividades académicas ofrecidas en inglés. Iniciando al segundo año del inicio de la primera cohorte.	2	12	Docentes
Movilidad	Movilidad entrante y saliente de docentes	% de docentes del programa que realizan movilidad internacional. Iniciando al tercer año del inicio de la primera cohorte.	10%	No aplica	Docentes. Recursos económicos para movilidad.
		Número de docentes internacionales que realizan movilidad entrante. Iniciando al tercer año del inicio de la primera cohorte.	1	5	Docentes. Recursos económicos para movilidad.
	Movilidad entrante y saliente de estudiantes	Número de estudiantes del programa que realizan movilidad internacional. Iniciando al cuarto año del inicio de la primera cohorte.	1	4	Estudiantes. Recursos económicos para movilidad.
		Número de estudiantes internacionales que realizan movilidad entrante. Iniciando al cuarto año del inicio de la primera cohorte.	1	4	Estudiantes. Recursos económicos para movilidad.
Convenios	Utilización de convenios existentes	Número de actividades realizadas al año en el marco de convenios internacionales existentes. Iniciando al tercer año del inicio de la primera cohorte.	1	5	Estudiantes. Docentes. Recursos económicos para movilidad.
	Gestión para firma de convenios específicos internacionales.	Número de convenios específicos firmados para actividades del programa de Ingeniería Biomédica	-	1	Docentes

Fuente: elaboración propia

4.8. MECANISMOS DE EVALUACIÓN

La evaluación constituye el resultado de un seguimiento permanente y sistemático al proceso de aprendizaje. En tal sentido, la Universidad Industrial de Santander considera prioritario centrar esta evaluación en los procesos de comprensión, aplicación y análisis del conocimiento adquirido, sobre la base de que, por medio de la evaluación, no sólo se establecen las pautas para adelantar procesos de retroalimentación, sino que se estimula en los alumnos un estudio inteligente, basado en el análisis de sus propias fortalezas y debilidades.

4.8.1. Descripción y diseño de los mecanismos de evaluación en coherencia con las políticas institucionales, y el modelo pedagógico, que permitirán el seguimiento sistemático del proceso formativo y del logro de los resultados de aprendizaje

De acuerdo con el Modelo Pedagógico Institucional U21[49], evaluar el aprendizaje en un diseño curricular basado en competencias supone que el propósito institucional de la evaluación será diagnóstico y formativo, orientado a detectar el desarrollo de competencias y actitudes y, por consiguiente, el progreso individual en la formación integral. Esto implica que la evaluación del aprendizaje es un proceso sistemático:

- Basado en evidencias verificables.
- Con una finalidad clara: diagnóstico, formativo o sumativo.
- Orientado por referentes: objetivos, estándares, pre-saberes, competencias, entre otros.
- Susceptible de ocurrir antes, durante y al finalizar la intervención educativa.
- Emisor de juicios de valor para la toma de decisiones acertadas.

Las normas específicas para la evaluación de desempeño de estudiantes se encuentran en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado[50]. En el Título V: Régimen Académico, Capítulo V, de la Evaluación Académica, se establece que las pruebas de evaluación académica se realizan en cada período con el objeto de ponderar el trabajo desarrollado por el estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje (Art. 90).

Las pruebas de evaluación que se realizan en la Universidad se dividen en ordinarias y extraordinarias (Art. 91). Las pruebas ordinarias comprenden los exámenes escritos, trabajos, interrogativos y demás pruebas cuyo carácter y número deben quedar establecidos en el programa calendario de la asignatura. Las pruebas extraordinarias comprenden los exámenes que, por su carácter, no se establecen en el programa calendario de cada asignatura, por tratarse de pruebas que no son de obligatoria presentación por parte de todos los integrantes del curso. Estas pruebas son:

- Examen de validación: concedido por la Universidad a un estudiante para acreditar el conocimiento global de una asignatura.
- Examen supletorio: autorizado por el Coordinador del programa, previa solicitud del estudiante, cuando éste por fuerza mayor no haya podido presentar una evaluación ordinaria.
- Examen de habilitación: que puede realizar el estudiante, cuando no haya aprobado una asignatura teórica y tiene en ella una calificación igual o superior a dos, cero (2.0).

Según el Artículo 92, Los exámenes de validación se clasifican así:

- Examen de validación por suficiencia: es autorizado por el Coordinador del Programa, a los estudiantes que deseen aprobar una asignatura teórica sin cursarla.
- Examen de validación por transferencia: es concedido por el Consejo de Facultad, por recomendación del Coordinador del programa, al estudiante que habiendo cursado en

[49] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo 233 de 2021. Modelo Pedagógico U21. Numeral 4.4.

[50] Universidad Industrial de Santander. Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Compilación de normas vigentes 2015.

otra institución la asignatura, el contenido y los objetivos de esta sean significativamente discrepantes de lo establecido en el respectivo programa en la UIS. La nota aprobatoria mínima será de tres, cinco (3.5).

- Examen de validación para grado: es autorizado por el Consejo de Facultad al estudiante que, habiendo aprobado todas las asignaturas de su Plan de Estudios, no pueda graduarse por tener un promedio ponderado acumulado inferior a tres, dos (3.2). En tal caso el estudiante, de común acuerdo con el Coordinador escogerá tres (3) asignaturas del campo profesional de su programa académico y presentará exámenes sobre estas asignaturas. La nota aprobatoria mínima será de tres, cinco (3.5).

El examen de validación por suficiencia es una prueba escrita, elaborada por la Escuela que ofrece la asignatura, para un tiempo mínimo de dos horas y evaluada 3 docentes versados en la materia, designados por el director de Escuela. Si la calificación obtenida es inferior a cuatro, cero (4.0), la cual corresponde a la nota aprobatoria, no se tendrá en cuenta en la hoja de vida académica del estudiante (Art. 93).

En los Artículos 94 y 95 se hace referencia a los procedimientos para examen supletorio y examen de habilitación. En el Capítulo VI, acerca de las calificaciones, se establece que en todos los programas académicos de pregrado los resultados de las pruebas académicas se calificarán de cero, cero (0.0) a cinco, cero (5.0). La nota mínima aprobatoria para cualquier asignatura será de tres, cero (3.0) (Art. 96).

La calificación definitiva en cada asignatura al final de un período académico se obtiene, promediando en forma ponderada las notas de las evaluaciones del periodo. Ninguna prueba de evaluación valdrá más del 40% de la calificación final definitiva (Art. 97). Para el caso de materias básicas y básicas profesionales deben ser realizadas de manera integrada por los diferentes profesores que dirigen la materia, para garantizar la equidad del proceso; es decir, debe nombrarse un profesor que coordine las actividades de evaluación que se realicen durante el semestre.

El Consejo Académico de la UIS establece el calendario académico de pregrado, especificando las fechas para que los estudiantes realicen los procesos o trámites académicos, como lo son la matrícula académica, el registro de primera nota, la cancelación y la validación de asignaturas, entre otros.

Los mecanismos de evaluación y seguimiento al proceso formativo y al logro de los resultados de aprendizaje establecidos en el programa de Ingeniería Biomédica tienen como finalidad que el estudiante y el profesor conozcan el desarrollo de competencias y actitudes y en consecuencia el progreso individual en la formación integral para que a medida que transcurren las experiencias de aprendizaje del proceso formativo, el estudiante vaya afinando y mejorando gradualmente el dominio de sus competencias. Los criterios de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Biomédica son establecidos por cada docente en la actividad académica que coordina, siendo de conocimiento de los estudiantes desde el primer día de clase de cada semestre lectivo; además en los formatos de actividad académica (Anexo C). En general, los estudiantes son evaluados a través de estrategias como las descritas a continuación:

- Evaluaciones escritas: en todas las actividades académicas se realiza esta estrategia que consiste en la elaboración de exámenes parciales o quices que cuentan con preguntas de diverso tipo, por ejemplo, única respuesta, múltiple respuesta o preguntas abiertas, así como ejercicios propios del área que deben ser resueltas por los estudiantes.

- Pruebas orales: consiste en realizar preguntas al estudiante de forma oral para evaluar sus conocimientos en determinado tema y la capacidad de análisis y respuesta rápida.

- Presentación de informes de laboratorio: esta estrategia se usa en las asignaturas prácticas para evaluar el trabajo realizado por el estudiante tanto a nivel independiente como durante el desarrollo de las prácticas propuestas. Para la construcción del informe los estudiantes realizan investigación previa sobre los fundamentos teóricos de la práctica y posteriormente toma datos y emite conclusiones sobre los temas propuestos. El informe de laboratorio permite tomar datos del trabajo desarrollado durante las prácticas

- Realización de resúmenes, ensayos, exposiciones, construcción de videos, entre otros: se usa en algunas asignaturas para evaluar la lectura de textos o artículos que el profesor propone a los estudiantes y además permite evaluar las competencias de lectura crítica, expresión oral y escrita.

- Talleres individuales o en grupo para desarrollo en clase o en casa: Los profesores construyen talleres basados en preguntas y/o ejercicios que se entregan a los estudiantes para que sean resueltos de forma individual o grupal, en clase o en casa, y que permiten evaluar la comprensión de los temas vistos en clase.

- Cuestionarios de preparación de sesión: corresponden a cuestionarios autocalificables preparados por el profesor de la asignatura en el Aula Virtual de Aprendizaje.

Cabe aclarar que, al iniciar el semestre académico, el profesor de cada asignatura presenta a los estudiantes la metodología, los porcentajes asignados a cada una de las actividades evaluativas propuestas y los resultados de aprendizaje esperados para evidenciar su cumplimiento, de acuerdo con lo establecido en el respectivo plan de actividad académica (Anexo C).

4.8.2. Justificación de los mecanismos de evaluación propuestos

Las políticas del estado colombiano definidas en el Acuerdo No. 1330 de 2019 del MEN, Resolución No. 021795 de 2020 del MEN y Resolución No. 015224 de 2020 del MEN, establecen una cultura de evaluación con el fin de garantizar una oferta académica universitaria que posea elementos que aseguren la calidad y garanticen una formación acorde con las necesidades del mundo y del país.

Adicionalmente, el modelo pedagógico UIS21 en el meso-currículo, menciona que la propuesta curricular de un programa parte de la formulación de los resultados de aprendizaje esperados, y desde una perspectiva constructivista y un proceso formativo centrado en el aprendizaje, define las competencias individuales que le permitirán al egresado demostrar que cuenta con los conocimientos, las destrezas y las actitudes requeridas para un desempeño profesional individualmente satisfactorio y socialmente pertinente. En coherencia con lo anterior, la

evaluación del aprendizaje implica la definición de un conjunto de estándares, niveles e indicadores de desempeño que orienten a profesores y estudiantes respecto del grado de desarrollo a alcanzar en las competencias previstas, y faciliten la formulación de estrategias de acompañamiento que permiten el alcance de los resultados de aprendizaje esperados, y proporcionen evidencia del avance individual en el proceso formativo.

El reglamento estudiantil de pregrado define los tipos de pruebas que se pueden realizar en el marco de la evaluación académica y a partir de ellos cada programa define las estrategias que implementará para el logro de los resultados esperados.

En el programa de Ingeniería Biomédica se espera que la valoración de indicadores de aprendizaje se realice durante el desarrollo en cada una de las actividades académicas, ajustando los resultados al progreso gradual del desarrollo de las competencias en los puntos de control dado que, a medida que transcurrirá el proceso formativo, el estudiante podrá ir afinando y mejorando gradualmente su dominio.

4.8.3. Articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo y las actividades académicas

Como se mencionaba en el apartado anterior, el Modelo Pedagógico UIS21 establece que la evaluación del aprendizaje, a nivel meso-curricular, implica la definición de un conjunto de estándares, niveles e indicadores de desempeño que orienten respecto del grado de desarrollo a alcanzar en las competencias previstas, y faciliten la formulación de estrategias de acompañamiento que posibiliten al estudiante el alcance de los resultados de aprendizaje esperados, y proporcionen evidencia del avance individual en el proceso formativo.

Para ello, en la Tabla 25, el programa definió una primera relación entre el desarrollo de las macro competencias genéricas (G), ciudadanas (C) y específicas (E) y los resultados de aprendizaje previstos. Esta articulación se amplía a continuación, en la Tabla 29 y la Figura 27, donde se define la incidencia de cada macro competencia en el logro de los resultados de aprendizaje.

Tabla 29. Incidencia de cada macro competencia en el logro de los resultados de aprendizaje

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
RA1	Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas.	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Baja
		E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.			X	Baja
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Baja

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Alta
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Alta
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Intermedia-alta
		G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Baja
RA2	Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales y normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Alta
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Intermedia-alta
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia-alta

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia-alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Intermedia-alta
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Intermedia-alta
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Baja
RA3	Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Baja
		G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Alta
		G6 Comunicación en inglés: se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina		X		Intermedia-alta
RA4	Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Intermedia-alta
		C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo: ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.	X			Alta

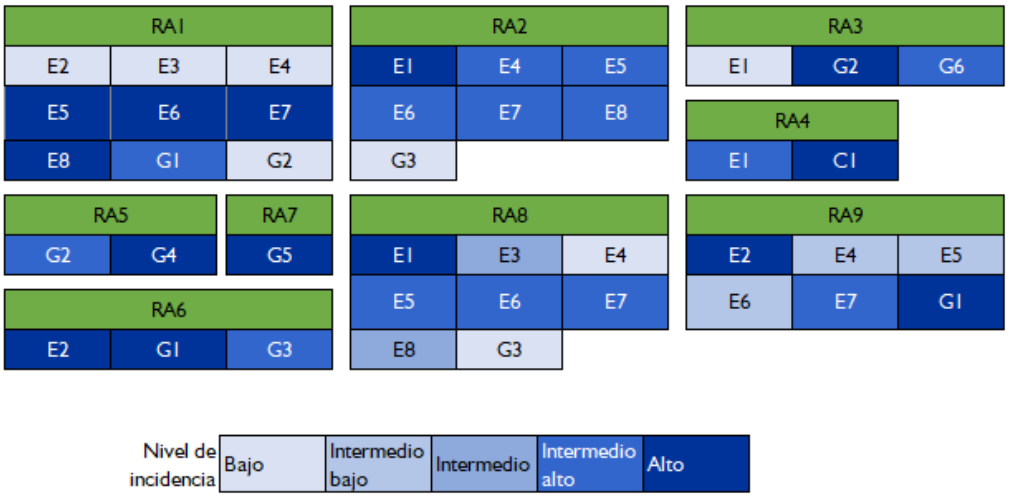
ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
	aquellas que se afecte la seguridad, la salud y el bienestar del público.					
RA5	Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes crean un entorno colaborativo e inclusivo para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.	G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Intermedia-alta
		G4 Trabajo en Equipo: Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial.		X		Alta
RA6	Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Alta
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Intermedia-alta
RA7	Adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas para mantenerse al día en los cambios y evoluciones en el conocimiento, tecnología y herramientas que aportan al desarrollo de la disciplina biomédica.	G5 Aprendizaje autónomo: aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo		X		Alta

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
RA8	Analizar, modelar, diseñar, implementar y evaluar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería biomédica para la mejora de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Alta
		E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.			X	Intermedia
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Baja
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia-alta
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia-alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Intermedia-alta
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Intermedia
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Baja
RA9	Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Alta

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
	y resolución de los problemas biológicos y médicos.	E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Intermedia baja
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia baja
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia baja
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Intermedia alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Alta

Fuente: elaboración propia

Figura 27. Incidencia de las macro competencias en el logro de los resultados de aprendizaje



Entendiendo que el desarrollo de competencias se da de forma gradual a lo largo del proceso formativo, en la Tabla 30 se describe la progresión del desarrollo de cada macro competencia en los diferentes niveles del programa, de acuerdo al nivel de dominio definido para cada una, el cual se adoptó a partir de la taxonomía de Bloom. Con el fin de lograr que todos los estudiantes del programa alcancen niveles aceptables de dominio al momento de egreso, es necesario plantear un sistema de alertas tempranas (puntos de control) en los que se reitera el ciclo de valoración y evaluación de competencias, y de ser necesario, se proponen estrategias de acompañamiento que implementará el programa si el estudiante no progresa en avanzar hacia el nivel de dominio esperado. Estos puntos de control son mostrados en la tabla a continuación.

Tabla 30. Progresión del desarrollo de macro competencia y puntos de control

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
E1	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.	5- Evaluar	1	1	2	2	3	4	4	5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño de ingeniería II
E2	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.	3 - Aplicar	1	1	1	2		3	3	3	Biotecnología en salud	Inteligencia Artificial y Big Data	Diseño en Ingeniería II
E3	E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.	4 -Analizar	1		1	2	2	3		4	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E4	E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	1	2		2	3	3	5	Biotecnología en salud	Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	Diseño en Ingeniería II

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
E5	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1		1	2	3	4		5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E6	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1		1	2	3	4		5	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E7	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	2		3	3	4	4	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E8	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	1	2	2	3	4		5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
	Competencias genéricas y ciudadanas												
C1	C1. Cultura ciudadana y comprensión del mundo: ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.	5-Evaluar	1	1	2	2	3	4	4	5	Biotecnología en salud	Gestión de proyectos	Diseño en Ingeniería II

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
G1	G1. Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.	5-Evaluar	1	2	3	4	4	4	5		Ecuaciones diferenciales	Inteligencia Artificial y Big Data	Modelado de sistemas biomédicos
G2	G2. Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.	5-Evaluar	1	2		3	4	5	5	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G3	G3. Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.	5-Evaluar	1	2		3	4	5			Programación	Bases de datos	Inteligencia Artificial y Big Data
G4	G4. Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial	5-Evaluar	1	2	2	2	4	5	5	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G5	G5. Aprendizaje autónomo: aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo	5-Evaluar	1	1	2	3		4		5	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G6	G6. Comunicación en inglés: se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina	5-Evaluar	1	2	3	3	5	5		5	Lengua Extranjera II: inglés	Lengua Extranjera III: inglés	Lengua Extranjera IV: inglés

*Nivel de dominio de la macro competencia tomando como referencia la taxonomía de Bloom.

En el programa de cada actividad académica de control se hará explicito el instrumento de medición que facilite la recolección de información para determinar el nivel de dominio alcanzado en cada macro competencia.

Para evidenciar la articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo a nivel micro curricular, en la Tabla 26, se mostró el aporte de cada una de las actividades académicas en la progresión del desarrollo de las macro competencias. Así mismo, en el anexo B, se muestra el desglose realizado para materializar el desarrollo de las macro competencias; para ello el programa definió una serie de micro competencias clasificadas en cognitivas (referentes al saber), procedimentales (referentes al hacer) y actitudinales (referentes al ser) y particularizaron las actividades académicas donde se desarrollan cada una de estas. Un ejemplo de ello se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 31. Ejemplo de articulación a nivel de micro competencias

ID C	ID RA RELACIONADO	Macro competencia (C)	Nivel de dominio	Punto de control	ID mC	Micro competencia	Tipo	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
E1	RA2, RA3, RA4, RA8	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.	5- Evaluar	Diseño de ingeniería II	mC1	Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos	A	Fenómenos de transporte Biomecánica Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II Robótica y salud
					mC2	Aplica las consideraciones y los principios éticos en la elaboración de propuestas y ejecución de proyectos para la solución de problemas de la salud humana	A	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
					mC4	Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión	A	Introducción a la ingeniería clínica Gestión tecnológica hospitalaria Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud Telesalud

Y finalmente, en el anexo C, se detalla cada una de las actividades académicas que hacen parte del plan de estudios. Allí, entre otros aspectos, se establece un sistema de indicadores de aprendizaje y estrategias de evaluación que son claras desde el principio de semestre para los estudiantes. Estas estrategias se revisan al inicio de cada período académico y por autonomía del profesor se pueden definir las que más se ajustan a la actividad académica que va a dirigir de acuerdo con el número de estudiantes que integran el curso y las competencias que busca desarrollar en el proceso de formación.

4.8.4. Mecanismos de retroalimentación a los estudiantes, a partir de los resultados de sus evaluaciones, con el fin de que estas cumplan los objetivos previstos en el proceso formativo y el estudiante pueda mejorar su desempeño en el mismo

La forma de implementarlo es a través de los siguientes mecanismos de retroalimentación a partir de los resultados de las evaluaciones de sus estudiantes para mejorar su proceso formativo:

- Revisión de exámenes, quices y talleres*:* Estos son espacios extra-clase en los que el estudiante, junto con el profesor, revisan los exámenes escritos y trabajos realizados, para identificar los errores cometidos y aprender de éstos. Para esta revisión el profesor mostrará los criterios utilizados en la evaluación para que el estudiante pueda reconocer fortalezas y falencias en su proceso formativo

- Rúbricas o matrices de evaluación: las rúbricas de evaluación empleadas en actividades como exposiciones, sustentación de proyectos e informes de laboratorio, permiten que el estudiante conozca *a priori* los criterios de evaluación y pueda además realizar una autoevaluación o coevaluación de esta clase de actividades.

- Cuestionarios en el Aula Virtual de Aprendizaje: los cuestionarios elaborados en el aula virtual de aprendizaje (ej.: cuestionarios de preparación de sesión, quices) permiten que, según la parametrización definida por el profesor, los estudiantes conozcan la retroalimentación automáticamente una vez culminada la actividad y eventualmente realizar múltiples intentos hasta alcanzar la meta propuesta.

- Retroalimentación presencial del docente: el profesor, posterior a las evaluaciones académicas, desarrolla actividades de refuerzo en el marco de cada actividad académica, de manera individual, en las horas de consulta, o grupal, en el desarrollo de la actividad académica. Los estudiantes tienen un espacio para manifestar dudas o inquietudes frente a la calificación recibida.

- Retroalimentación del docente por medio de herramientas virtuales: dentro de los tipos de interacción asincrónica se cuenta con la retroalimentación por medio de plataformas virtuales, en cuyo caso el estudiante puede pedir la revisión y corrección de los trabajos presentados y el profesor explica los errores cometidos.

4.8.5. Estrategias que se utilizarán para evaluar el desarrollo de las competencias y el alcance de los logros de aprendizaje en cada una de las actividades académicas que constituyen el plan de estudios

Las prácticas de evaluación del aprendizaje en la educación superior deben ser coherentes con la perspectiva de un aprendizaje abierto y autónomo, centrado en el alumno y con la premisa conceptual de que la formación universitaria supera la adquisición de conocimientos para adentrarse en el plano complejo del desarrollo de habilidades y competencias y de la autoformación en valores, que preparen al estudiante para la vida en sociedad y lo conviertan en actor protagónico de sus propias decisiones y del futuro de la comunidad en la que actúe como profesional. Por esta razón, en el proceso de evaluación para el programa de Ingeniería Biomédica, se sigue el enfoque de evaluación por competencias, para lo cual se orienta la actividad de valoración del aprendizaje en la mediación educativa a partir de los siguientes aspectos propuestos por Sergio Tobón[51]:

- La evaluación se lleva a cabo para tomar decisiones que mejoren y aumenten el grado de idoneidad o de mejoría de las condiciones de la acción.
- La evaluación de competencias se basa esencialmente en el desempeño. Para lograrlo, el programa privilegia actividades reales o simuladas, propias de las situaciones de desempeño profesional y la comprensión de la teoría en situaciones particulares de desempeño, es decir ante situaciones y problemas propios del ámbito profesional específico.
- La evaluación, desde el enfoque de competencias, integra lo cualitativo y lo cuantitativo.
- Participación de los estudiantes en el establecimiento de las estrategias de valoración.
- "El éxito de los procesos de valoración de las competencias está relacionado con el grado en el cual estos sean asumidos como válidos por los estudiantes". En este sentido, cada

[51] TOBON, Sergio. La formación basada en competencias en la educación superior: El enfoque complejo. Curso Iglú. México: Guadalajara, 2008.

profesor crea espacios para interactuar con los estudiantes en torno a la importancia de la valoración y en el desarrollo de las estrategias, con el fin de que entendiendo esta importancia y su realización sugieran cómo mejorarla y al mismo tiempo que se comprometan con el proceso de aprendizaje, de autoevaluación y con sus planes de mejoramiento.

Según el reglamento, la evaluación debe contemplar no sólo la evaluación genérica sino también la de actitudes y aptitudes del estudiante, las cuales muestran su desempeño durante el proceso particular de aprendizaje. En este sentido, aparte de la calificación de evaluaciones escritas, se tendrán en cuenta como medios de evaluación, los trabajos en clase, talleres y estudios de caso que, además de desarrollar las competencias cognitivas del estudiante, fomentan capacidades como el liderazgo, el trabajo en equipo y la concertación, los cuales forman parte del proceso de evaluación formativa e integral.

Las estrategias que se han definido para verificar la obtención de los logros de cada actividad académica por parte de los estudiantes se encuentran descritas en el Anexo C.

4.8.6. Estrategias y mecanismos que permitirán avanzar gradualmente en las condiciones de accesibilidad de la comunidad educativa a los mecanismos de evaluación y forma en que se adaptarán a la diversidad de estudiantes y a sus contextos culturales, sociales y tecnológicos, en coherencia con los resultados de la definición y aplicación del proceso formativo de acuerdo con la normatividad vigente

En primera instancia el Proyecto Educativo Institucional establece los siguientes principios:

- **Libertad de cátedra y de aprendizaje**. El diseño y el desarrollo de experiencias de aprendizaje están sujetos a unos referentes establecidos de manera consensuada en los proyectos educativos institucionales. El quehacer educativo de la UIS se fundamenta en el diálogo, la investigación y valoración de formas de aprendizaje y de objetos de conocimiento, en el respeto a la dignidad de las personas y de la institución y en una actitud crítica y propositiva.

- **Solidaridad, inclusión y equidad.** Los procesos académicos, investigativos, de proyección social y de extensión de la UIS se construyen sobre el apoyo recíproco, y están comprometidos con la atención de las necesidades de los diferentes grupos sociales, en especial de los más vulnerables. Los miembros de la comunidad universitaria actúan con humanismo ante las urgencias de la inclusión social y del acceso equitativo a la educación y a la calidad de vida.

Adicionalmente, mediante el Acuerdo 032 de 2019, el Consejo Académico de la Universidad aprobó la Política de Educación Inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la Universidad Industrial de Santander. El objetivo de esta política es orientar, en un horizonte gradual y de largo plazo, el actuar institucional hacia la detección, el análisis y eliminación de las barreras para el aprendizaje y la participación de las comunidades objetivo de la misma. Las acciones para la implementación de la política van dirigidas a los integrantes de los grupos priorizados y tiene por objetivo promover el acceso, permanencia y graduación en los programas académicos de pregrado y posgrado ofertados por la Universidad.

El programa de Ingeniería Biomédica define organizar sus procesos de evaluación en concordancia con sus propósitos de formación. De esta manera, es consciente de la importancia de evaluar y garantizar la accesibilidad de los mecanismos de evaluación a toda la comunidad educativa para asegurar que se cumplen las condiciones de calidad y de formación que el programa requiere.

Algunas de las actividades que se proponen para lograr la adaptación de estos mecanismos a las diferentes condiciones y contextos de los estudiantes es la disposición de estrategias de evaluación mixtas, que incluyan actividades de tipo escrito, presentaciones o exposiciones, virtual con el apoyo actividades en la plataforma Moodle, siempre con la exigencia requerida, con el fin de asegurar que los estudiantes puedan desempeñarse mejor, de acuerdo con sus propias fortalezas. Para esto, ha diseñado las siguientes estrategias:

- Publicación y disponibilidad de los mecanismos específicos de evaluación en medios impresos y digitales del programa y de las reflexiones del cuerpo docente que los justifican. De esta manera, se espera lograr comprensión y legitimidad en los procesos evaluativos.
- Análisis del desempeño académico estudiantil, mediante los Balances Académicos que realiza la Vicerrectoría Académica al finalizar cada período. Este análisis permite tomar decisiones sobre la ratificación o modificación de las estrategias de evaluación de una actividad académica en particular.
- Jornadas de análisis sobre los mecanismos de evaluación con los estudiantes, de modo que sea posible escuchar de ellos como centro del proceso de aprendizaje, los aciertos y posibles mejoras del proceso evaluativo.
- Actualización y diseño de los mecanismos de evaluación mixta según normas o avances académicos, con el fin de mantener la accesibilidad, pertinencia y efectividad en los procesos de evaluación.
- Mantener públicos los mecanismos de evaluación, así como los instrumentos y rúbricas a tener en cuenta.

5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

En respuesta a los propósitos misionales, el programa de Ingeniería Biomédica de la UIS pretende desarrollar en los estudiantes todas las competencias que le garanticen su correcto desempeño en la concepción de soluciones para soportar la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de todo tipo de afecciones a la salud humana, así como en la gestión de los sistemas de salud, mejorando la calidad de vida de los usuarios mientras se optimizan los recursos. Sus conocimientos de la Ingeniería Biomédica, acompañados de su capacidad para trabajar en equipos multidisciplinares, le permitirán proponer soluciones a problemas complejos con un enfoque humano a través del uso de la tecnología. Para lograr esto, el programa de Ingeniería Biomédica presenta el diseño de las actividades académicas que conforman el plan de estudios.

5.1. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

En el Anexo C se presentan los programas correspondientes a cada una de las actividades académicas contempladas en el Plan de Estudios del programa de Ingeniería Biomédica. Siguiendo el formato establecido, se incluye, la descripción de los siguientes componentes: la intensidad horaria de la actividad académica, tanto de trabajo independiente como de interacción con el profesor, los créditos, los requisitos, la justificación, el propósito, las competencias, los contenidos, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, el sistema de evaluación y la bibliografía.

5.2. CONTENIDOS CURRICULARES QUE EVIDENCIAN LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL Y QUE EXPRESAN LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS Y DOCENTES

En el Anexo C se presentan los programas correspondientes a cada una de las actividades académicas contempladas en el Plan de Estudios del programa de Ingeniería Biomédica.

5.3. COMPONENTES QUE ESTRUCTURAN EL MICROCURRÍCULO Y MACROCURRÍCULO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES.

Teniendo en cuenta lo establecido por el Modelo Pedagógico UIS, el macro-currículo organiza las relaciones entre el sector externo y el programa, brindando escenarios, proyectos, estrategias y programas de formación integral, además de los ambientes de aprendizaje requeridos para el desarrollo de los procesos formativos definidos por el Proyecto Educativo del programa de Ingeniería Biomédica. Particularmente, la formación integral involucra:

- Desarrollo de competencias específicas, genéricas y ciudadanas.
- Habilidades para el análisis, la reflexión, asumir posturas críticas, la investigación y dar solución de problemas.
- Capacidad creativa.
- Responsabilidad social.
- Plurilingüismo.

Para el caso de la UIS, el ámbito macro-curricular se direcciona mediante políticas académicas para la formación integral, y se despliega mediante programas y proyectos como: bienestar estudiantil, actividades culturales y deportivas, el sistema de excelencia académica, programas de apoyo a movilidad, convenios, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas y demás oportunidades de formación integral. Todo lo anterior es desarrollado gracias a la existencia de recursos de infraestructura física y tecnológica apropiados y se presenta en la Figura 28.

Figura 28. Ámbito macro-curricular de la Universidad Industrial de Santander



Fuente: Universidad Industrial de Santander

Ahora bien, el micro-currículo delimita la relación profesor-estudiante-objeto de conocimiento y se expresa en el programa de Ingeniería Biomédica en los programas de las actividades académicas, que son las unidades de organización curricular.

El contenido curricular de cada actividad académica, responde a lo contemplado en la propuesta de Modelo pedagógico Institucional, en lo relacionado con el ámbito microcurricular, entendido este como la articulación que hace el profesor en la ejecución de los planes de actividades académicas, al crear ambientes y experiencias de aprendizaje, que se organizan en secuencias didácticas que apuntan al desarrollo de procesos de pensamiento, la apropiación de procedimientos técnicos en el área de conocimiento del programa, y la formación de actitudes y valores éticos universales, ciudadanos, profesionales y personales necesarios para un desempeño profesional comprometido con el desarrollo, la justicia social, la sostenibilidad ambiental y el buen vivir.

Para el caso del programa de Ingeniería Biomédica, se tiene un total de 45 actividades académicas distribuidas en ocho (8) períodos académicos semestrales, que se estructuran en cuatro (4) componentes (ver numeral 4.5.1).

Las actividades académicas son unidades básicas de organización curricular en el plan de estudios que pueden ser clasificadas de diversas maneras atendiendo a características tales como su exigibilidad, su temporalidad, su metodología, entre otras. Cada actividad académica es caracterizada por su tipología, intensidad horaria de trabajo del estudiante (con interacción con el profesor y de trabajo independiente) y su correspondiente número de créditos. Además, cuenta con una ubicación en el plan de estudios, sus metas de formación, sus estrategias de enseñanza-aprendizaje y evaluación.

La estructura micro curricular se evidencia en cada actividad académica referenciadas en el anexo C y está estructurada a partir de:

Los resultados de aprendizaje a los que aporta la actividad académica,

1. Las macro competencias que se desarrollan en la actividad académica,
2. Las micro competencias definidas que serán desarrolladas durante la actividad académica,
3. El sistema de evaluación, conformado por:
    a. Indicadores de aprendizaje asociados a las micro competencias.
    b. Estrategia de evaluación.
    c. Peso de cada estrategia dentro del sistema de evaluación.
    d. Herramienta de evaluación.
4. Estrategias de enseñanza
5. Recursos:
    a. Horas de interacción con el profesor,
    b. recursos bibliográficos que se utilizarán en la actividad académica,
    c. Software
    d. Equipos
    e. Ambientes de aprendizaje

5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y LA FORMA EN QUE SE RELACIONARÁN Y SE COMPLEMENTARÁN ENTRE SÍ.

Las actividades académicas del programa se estructuraron teniendo en cuenta cada uno de los cuatro (4) componentes requeridos en la formación de un Ingeniero Biomédico, concebidos como un proceso que permite rutas de aprendizaje flexibles para los estudiantes, que contribuyen a su formación integral e interdisciplinar, como se mostró en la Figura 19 y se describe a continuación.

Con este objetivo, se proponen los siguientes grupos de actividades académicas:

Fundamentación en ciencias: las actividades académicas de fundamentación en ciencias brindarán al estudiante todos los conceptos teóricos y las herramientas metodológicas para comprender tanto los principios del funcionamiento del cuerpo humano como las bases de los sistemas tecnológicos desde diferentes puntos de vista de la ingeniería. Entender y adoptar los fundamentos en ciencias es de crucial importancia para el ingeniero, este es el componente diferenciador que le permite proponer nuevas formas de hacer las cosas, además, estos

conocimientos le permitirán expresar con propiedad y formalismo las soluciones de ingeniería que pueda proponer.

Las actividades académicas enmarcadas en este grupo desarrollarán competencias que permiten hacer un entendimiento práctico y directo de los conceptos que se exponen en aquellas que hacen parte de la fundamentación en ingeniería biomédica.

Fundamentación en Ingeniería Biomédica: las actividades académicas de fundamentación en Ingeniería Biomédica van a apoyar al estudiante para conocer y apropiar el conocimiento respecto de los conceptos básicos que el ingeniero biomédico necesita desde diferentes áreas de la ingeniería.

Es así como desde el estudio de los materiales se desarrollarán los fundamentos para conocer las principales características de los materiales y específicamente aquellas que son deseables para la fabricación de dispositivos biomédicos. Desde el punto de vista de la mecánica se conocerán los conceptos básicos de la biomecánica del cuerpo humano. Los fundamentos en mecánica y materiales le permitirán, posteriormente, integrar saberes para desarrollar dispositivos enfocados a la rehabilitación de las funciones motoras del cuerpo humano.

Las actividades académicas relacionadas con la instrumentación biomédica brindarán el apoyo para conocer las características de los elementos electrónicos básicos, así como los fundamentos para comprender el comportamiento de los sistemas electrónicos tanto analógicos como digitales. Además, está área también brinda los fundamentos matemáticos para el estudio y procesamiento de señales en 2 dimensiones y 3 dimensiones. Desde el enfoque de la informática médica, se adquirirán las competencias para el desarrollo de herramientas de apoyo al diagnóstico médico y el desarrollo de sistemas informáticos para el manejo de grandes cantidades de información médica y desde la Biotecnología se conocerán los conceptos básicos de biología del cuerpo humano para implementar estrategias en el campo de la informática médica.

Además, las actividades académicas relacionadas con ingeniería clínica presentarán al estudiante herramientas metodológicas para saber identificar las necesidades tecnológicas, limitaciones y regulaciones aplicables a una institución que presta servicios de salud. Lo anterior le permitirá desarrollar las competencias para proponer e implementar planes para la gestión de la tecnología y el óptimo funcionamiento de las instituciones prestadoras de servicios de salud, desde un enfoque sustentable y sostenible.

Todos estos conceptos fundamentales adquiridos desde diferentes puntos de vista de la ingeniería darán el apoyo para llegar a la cúspide del programa: La formación profesional en Ingeniería Biomédica.

Formación Profesional en Ingeniería Biomédica: gracias a las actividades académicas de este grupo, el estudiante adquirirá las competencias para proponer, desarrollar e implementar desde sus conocimientos, soluciones a problemas reales. En este periodo de la formación se brindarán los conocimientos específicos desde cada uno de los énfasis, a saber: Ingeniería de rehabilitación, Instrumentación Biomédica, Biomateriales, Informática médica y Bioinformática,

Estas actividades académicas le presentarán al estudiante las metodologías y estrategias que se usan actualmente en la ingeniería para que finalmente pueda implementarlas en un proyecto con una propuesta real enfocada al mejoramiento de dispositivos o sistemas biomédicos existentes o al desarrollo de soluciones innovadoras.

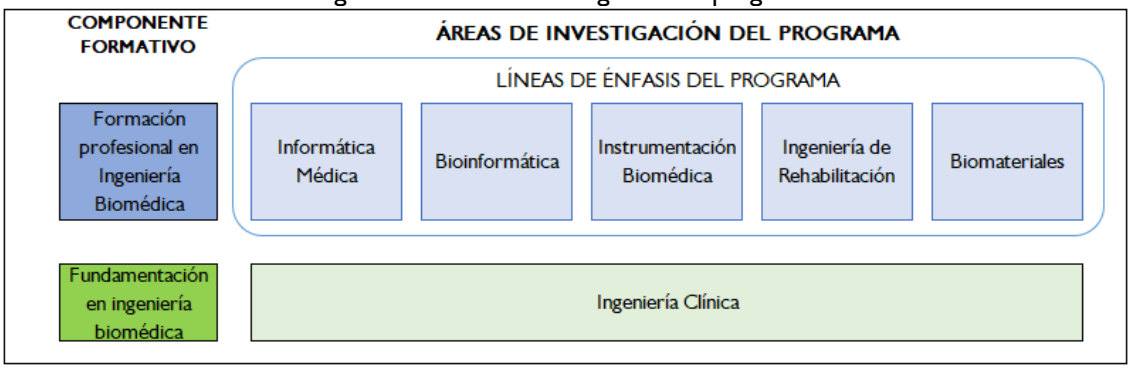
Formación Integral y Complementaria. Como parte del proyecto institucional y del modelo pedagógico de la Universidad, la formación complementaria se constituye en un eje fundamental para el desarrollo integral del Ingeniero Biomédico y complementa la formación técnica y científica que se brinda en los demás componentes. En formación complementaria se encuentran las actividades académicas orientadas a ampliar la formación del estudiante en las múltiples dimensiones del ser, como son: Cátedra UIS, las actividades académicas de lengua extranjera y Formación empresarial. A continuación, se describen estas actividades académicas:

- Cátedra UIS: Ofrece un espacio de análisis comprensión y apropiación dialógica del modelo de ciudadanía creado y asumido por la sociedad colombiana, en articulación con la identidad y el Proyecto Institucional de la Universidad (PI), con un enfoque retrospectivo (de dónde venimos) y prospectivo (hacia dónde vamos), que les permita a los estudiantes de primer nivel identificarse como herederos de un patrimonio educativo y cultural que reciben, y recrearán durante el proceso de formación y en el ejercicio de la futura profesión.
- Actividades académicas de lengua extranjera: para el desarrollo de las competencias comunicativas en lengua extranjera, en el plan de estudios se incluyen las actividades académicas de lengua extranjera: inglés, distribuidos en los niveles I, II, III y IV.
- Formación empresarial: permite al estudiante conocer el conjunto de acciones destinadas a mejorar la preparación y las competencias de los trabajadores en las empresas, entendiendo el mundo empresarial y las dinámicas que lo afectan.

Las actividades académicas que conforman cada uno de los cuatro componentes mencionados se estructuraron a partir de una amplia gama de disciplinas que, integradas, permiten que el estudiante además de desarrollar competencias disciplinares, desarrolle competencias de internacionalización e investigación.

Es así como el programa de Ingeniería Biomédica estableció seis (6) áreas de investigación que se abordarán durante el desarrollo del plan de estudios: un área transversal (Ingeniería Clínica) que cuyas competencias se desarrollan en las actividades académicas que hacen parte del componente formativo de Fundamentación en Ingeniería Biomédica; y cinco líneas de énfasis que se trabajan en el componente de formación profesional de las cuales el estudiante tiene la posibilidad de elegir, tal como lo muestra la Figura 29.

Figura 29. Áreas de investigación del programa



5.5. CRÉDITOS ACADÉMICOS ASOCIADOS A CADA ACTIVIDAD ACADÉMICA PREVISTA EN EL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS, ASÍ COMO LA DISCRIMINACIÓN Y LA JUSTIFICACIÓN DE LAS HORAS DE INTERACCIÓN DEL ESTUDIANTE CON EL PROFESOR, DE FORMA SINCRÓNICA O ASINCRÓNICA, Y LAS HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE

De acuerdo con lo definido en el Decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación y la normativa institucional, el crédito académico constituye "la unidad de medida del trabajo académico del estudiante que indica el esfuerzo a realizar para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos", es decir, es la unidad de medida del tiempo estimado que deben destinar los estudiantes a la realización de cada una de las actividades académicas que se establecen dentro de los planes de estudio de los programas de pregrado y posgrado, para lograr las metas formativas que le apuntan al desarrollo del ser, el saber y el hacer. Este tiempo incluye las horas de interacción del estudiante con el profesor, de forma sincrónica o asincrónica y las horas de trabajo independiente. Para la definición y asignación de créditos académicos en el programa de Ingeniería Biomédica se realizó una valoración del tiempo que requiere un estudiante para el desarrollo de las actividades académicas, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad que se desarrolla (teórica, práctica o teórico práctica), la profundidad y complejidad de las competencias a desarrollar, el nivel de formación del programa, su naturaleza, mediación y la modalidad de oferta.

Es importante mencionar, que el número de créditos de cada actividad académica refleja solamente el tiempo que el estudiante dedica a su desarrollo y no guarda relación con el nivel de importancia dentro de la consecución de los resultados de aprendizaje.

Dada la naturaleza del programa de Ingeniería Biomédica, para la determinación de los créditos académicos y la relación de las HIP y HTI se tuvo en cuenta cada uno de los criterios que se exponen a continuación:

- Dada la modalidad del programa, se requiere que las actividades académicas sean desarrolladas de manera presencial, con horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor en espacios físicos y mdiados por TIC de manera sincrónica, con componente teórico y práctico, con el fin de garantizar el desarrollo de competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas durante el tránsito del estudiante por el plan de estudios y lograr los objetivos en la formación de los estudiantes.

- La proporción HIP:HTI depende directamente de la complejidad de las experiencias de aprendizaje diseñadas dentro de cada actividad académica.

- Se procura que la relación HIP:HTI sean cercanas a 1:2 ya que han mostrado que ofrecen un balance adecuado para el desarrollo de este tipo de actividades académicas y para el logro de las competencias que en ella se esperan obtener y se espera que la proporción global HIP:HTI para programas de pregrado presencial esté cercano a esta relación.

- La relación 2:1 se da en las actividades académicas:
    - Cátedra UIS ya que la mayor parte de la actividad corresponde a la participación en las conferencias y charlas programadas para esta asignatura.
    - Lengua extranjera I: Inglés y Lengua extranjera II: Inglés dado que la mayor parte de las actividades se realizan con la mediación del profesor con el ánimo de tener un adecuado direccionamiento en el desarrollo de todas las competencias.

5.6. DISCRIMINACIÓN PARA CADA ACTIVIDAD ACADÉMICA DEL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS, DE LAS HORAS DE INTERACCIÓN DEL ESTUDIANTE CON EL PROFESOR DE FORMA SINCRÓNICA O ASINCRÓNICA, EN AQUELLAS DEDICADAS A LOS COMPONENTES TEÓRICO Y PRÁCTICO.

Para determinar la relación de trabajo del estudiante durante su permanencia en la universidad en cada uno de los niveles académicos y cada actividad académica, del programa de Ingeniería Biomédica se presenta en la siguiente tabla, la distribución de horas por semana de los estudiantes, teniendo en cuenta las horas de interacción con el profesor (HIP) compuesta por las horas teóricas (HT) y horas prácticas (HP), que pueden ser desarrolladas de forma sincrónica (en espacios físicos o en línea) o asincrónica; también las horas de trabajo independiente (HTI), en la parte final del cuadro, se muestra la relación porcentual entre las (HTI) y las (HIP), entre (HIP-Sincrónicas) y (HIP-asincrónicas) y entre (HIP Sincrónicos en espacios físicos) y (HIP sincrónicos en línea), con el fin de identificar la modalidad de formación. La información de HIP y HTI por cada nivel para el programa de Ingeniería Biomédica se presenta en la Tabla 32.

Tabla 32. Relación entre horas teóricas, horas prácticas y trabajo independiente

Actividad académica	Horas /semana					
	HIP				TOTAL HIP	HTI
	FÍSICA		EN LÍNEA			
	Teóricas	Prácticas	Teóricas	Prácticas		
Cálculo de funciones en una variable	4	2	0	0	6	6
Introducción al Álgebra Lineal	3	1	0	0	4	5
Bioquímica	2	1	0	0	3	6
Introducción a la ingeniería biomédica	2	2	0	0	4	5
Cátedra UIS	2	0	0	0	2	1
Lengua Extranjera I: inglés	0	0	4	0	4	2
Total Nivel I	**13**	**6**	**4**	**0**	**23**	**25**
Cálculo de funciones en varias variables	3	1	0	0	4	5
Mecánica	4	0	0	0	4	5
Biología celular y molecular	2	1	0	0	3	6
Modelado asistido por ordenador CAD	2	3	0	0	5	4
Programación	0	2	1	0	3	3
Lengua Extranjera II: inglés	0	0	4	0	4	2
Total Nivel II	**11**	**7**	**5**	**0**	**23**	**25**

Actividad académica	Horas /semana					
	HIP				TOTAL HIP	HTI
	FÍSICA		EN LÍNEA			
	Teóricas	Prácticas	Teóricas	Prácticas		
Ecuaciones diferenciales	3	1	0	0	4	5
Laboratorio de Mecánica	0	3	0	0	3	3
Electromagnetismo	5	0	0	0	5	4
Fisiología I	2	1	0	0	3	6
Biotecnología en salud	2	1	0	0	3	6
Lengua Extranjera III: inglés	0	0	4	0	4	2
Total Nivel III	**12**	**6**	**4**	**0**	**22**	**26**
Bioestadística	0	2	2	0	4	5
Fenómenos de transporte	1	2	0	0	3	6
Fisiología II	2	1	0	0	3	3
Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	4	2	0	0	6	6
Estructuras de datos	0	2	1	0	3	3
Ciencia de los materiales	2	0	0	0	2	4
Total Nivel IV	**9**	**9**	**3**	**0**	**21**	**27**
Gestión de proyectos	2	3	0	0	5	4
Biomateriales	3	0	0	0	3	3
Gestión tecnológica hospitalaria	0	2	1	0	3	3
Diseño de sistemas digitales y embebidos	0	3	1	0	4	8
Bases de datos	0	2	2	0	4	5
Lengua Extranjera IV: inglés	0	0	4	0	4	2
Total Nivel V	**5**	**10**	**8**	**0**	**23**	**25**
Biomecánica	2	2	0	0	4	5
Procesamiento de Señales Multidimensionales	0	2	2	0	4	8
Inteligencia Artificial y Big Data	0	2	1	0	3	6
Diseño en Ingeniería I	0	6	0	0	6	6
Formación empresarial	0	0	2	0	2	4
Total Nivel VI	**2**	**12**	**5**	**0**	**19**	**29**
Modelado de sistemas biomédicos	0	2	2	0	4	5
Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	0	2	1	0	3	3
Electiva disciplinar I	2	2	0	0	4	8
Electiva disciplinar II	2	2	0	0	4	8
Electiva Transdisciplinar	3	0	0	0	3	6
Total Nivel VII	**7**	**8**	**3**	**0**	**18**	**30**
Electiva disciplinar III	2	2	0	0	4	8
Diseño en Ingeniería II	0	3	0	0	3	9
Electiva de Formación Integral I	3	0	0	0	3	6
Electiva de Formación Integral II	3	0	0	0	3	6
Total Nivel VIII	**8**	**5**	**0**	**0**	**13**	**29**
TOTAL DEL PROGRAMA	**67**	**63**	**32**	**0**	**162**	**216**
Proporción	**80%**		**20%**		**43%**	**57%**

Fuente: elaboración propia

5.7. ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO AL PROCESO FORMATIVO DEL ESTUDIANTE QUE LE FACILITE SU PERMANENCIA, GRADUACIÓN OPORTUNA Y LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El programa de Ingeniería Biomédica implementará las acciones definidas en la Institución para facilitar la permanencia, graduación oportuna y el logro de los resultados de aprendizaje por parte los estudiantes, como es el Sistema de Excelencia Académica (SEA) que articula y consolida acciones de acompañamiento en las dimensiones académica, cognitiva, socioeconómica y biopsicosocial.

En el marco del SEA, las acciones se desarrollan en 4 momentos: 1) antes del ingreso a la UIS, 2) en la transición a la educación superior, 3) durante la trayectoria académica de los estudiantes y 4) en la transición a la vida laboral.

Antes del Ingreso a la UIS. Este momento del SEA es de motivación y orientación a los estudiantes de la educación media. Incluye actividades de orientación profesional y presentación de los programas académicos de la Universidad que está bajo la responsabilidad de la Dirección de Admisiones y Registro Académico. Las actividades son:

- Divulgación en Instituciones de Educación Media de la misión y las oportunidades que ofrece la institución a la comunidad estudiantil y la información sobre los programas académicos. En el caso del programa de Ingeniería Biomédica, se espera realizar esta divulgación con estudiantes en primera instancia que residan en Floridablanca y adelanten sus estudios en los colegios públicos del municipio.

- Proyectos de articulación de la UIS con la educación media a través de las Olimpiadas Matemáticas dirigidas a estudiantes de primaria y secundaria, las cuales son lideradas y desarrolladas por la Escuela de Matemáticas de la UIS, y que buscan preparar a los estudiantes con bases sólidas en matemáticas.

Acciones durante la transición a la Educación Superior (Estudiantes matriculados por primera vez). Estas acciones se desarrollan desde la primera matrícula en la Universidad hasta la culminación del primer periodo académico. Es un periodo de alta vulnerabilidad, por lo cual se requiere conocer las condiciones de ingreso de los estudiantes para ofrecerles programas de acompañamiento que contribuyan a la permanencia y el éxito académico. Se realizan las siguientes actividades:

- Caracterización estudiantil: permite identificar las condiciones de ingreso de los estudiantes en las dimensiones social, salud, económica, académica y cognitiva, con el fin de reconocer de manera temprana aquellos que presenten riesgo de deserción. Los resultados de la caracterización permiten identificar estudiantes con algún riesgo a quienes se les ofrece los programas y las actividades del SEA previstos como apoyo a los estudiantes durante el periodo académico para que tengan herramientas que le permiten avanzar con éxito en el proceso de formación.

Durante la Trayectoria Académica de los Estudiantes. Incluye acciones de acompañamiento durante todos los periodos académicos que favorece la creación de ambientes y espacios de estudio que contribuyen a la excelencia académica de los estudiantes UIS. Las actividades que se ofrecen por dimensión son las siguientes:

Dimensión cognitiva: Las acciones realizadas durante el periodo de estudios están a cargo del Programa SEA-FPC y son:

- Diagnóstico, orientación y acompañamiento psicopedagógico a los estudiantes de pregrado, mediante el desarrollo de actividades grupales y asesorías individuales para la potencialización de las aptitudes cognitivas (numérica, verbal, espacial, razonamiento abstracto y memoria).
- Desarrollo de actividades cognitivas-preventivas de orden masivo dirigidas a los estudiantes de pregrado.

Dimensión académica: acompañamiento académico mediante tutorías entre pares y monitorias dirigidas por profesores y, actividad académica especiales. Las actividades son:

- Acompañamiento y seguimiento académico a estudiantes de las actividades académicas del ciclo básico de ciencias e ingeniería mediante el desarrollo de tutorías y monitorias a cargo del programa SEA-MIDAS.
- Tutorías en actividad académica de diferentes programas académicos de pregrado. Actividad coordinada por el programa de SEA-PAMRA.
- Acompañamiento y seguimiento mediante tutorías (individuales o grupales) y monitorias a estudiantes de actividad académica de matemáticas. A cargo del Programa SEA-ASAE.
- Cursos especiales dirigidos a los estudiantes que se encuentran repitiendo por tercera y cuarta vez actividades académicas críticas del área de matemáticas, coordinados por el programa SE-ASAE.
- Iniciativas de las Unidades Académicas, con la orientación y el apoyo del SEA, para acompañar, con tutorías o monitorías, a los estudiantes que cursan actividades académicas identificadas como críticas en los informes de Balance Académico.

Dimensión económica: la UIS apoya mediante auxiliaturas estudiantiles, apoyo de sostenimiento económico.

Dimensión biopsicosocial: acciones realizadas por el Programa SEA-MANSA para brindar acompañamiento para la salud física o mental mediante actividades, servicios y programas orientados por profesionales competentes.

Durante la Transición a la Vida Laboral. Incluye acciones encaminadas a brindar a los estudiantes, próximos a graduarse, herramientas que les permitan prepararse para ingresar a la vida laboral y ser más competitivos.

Adicional a las herramientas de apoyo institucional ofrecidas, desde la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática se plantean las siguientes estrategias para el seguimiento del proceso formativo del estudiante de Ingeniería Biomédica:

- La evaluación microcurricular realizada durante el curso de cada una de las actividades académicas. De esta manera, cada semestre el estudiante es evaluado y valorado por los docentes, por pares y por sí mismo, con el fin de verificar el avance esperado en el programa.
- Comunicación permanente con los estudiantes al inicio y al final de cada semestre para brindar asesoría y acompañamiento permanente en el proceso formativo.
- Asegurar desde el Consejo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática que el desarrollo de las actividades académicas se cumpla en las condiciones y tiempos definidos.
- Evaluar cada semestre la oferta de las actividades académicas y en caso de ser necesario actualizarlas o ajustarlas.
- Recopilar la información necesaria y analizarla por periodo académico de los indicadores y de los diferentes factores que han afectado la deserción y sobre – permanencia de los

estudiantes del programa, socializar las principales conclusiones en el Consejo de Escuela para toma de decisiones.

5.8. MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTE-PROFESOR Y ESTUDIANTE-ESTUDIANTE

El programa de Ingeniería Biomédica contempla diferentes mecanismos para promover la interacción académica estudiante-profesor y estudiante-estudiante con el fin de aportar al desarrollo de habilidades de comunicación que le permitan vincular a sus pares en el proceso de aprendizaje individual y a su vez, participar en la formación de sus compañeros. Estos mecanismos de interacción se describen en el apartado 4.7.

Los mecanismos de interacción se desarrollan en los ambientes de aprendizaje diseñados en cada actividad académica y a través de las estrategias de enseñanza que el profesor utiliza. Estos mecanismos se detallan en el anexo C.

Cabe precisar que las actividades académicas fueron diseñadas teniendo en cuenta los recursos de talento humano, tecnológicos, informáticos y físicos que la universidad puede brindar actualmente o adquirir a través de proyectos de inversión que están siendo gestionados en el Banco de Programas y Proyectos de la UIS, por lo tanto, se garantizarán las condiciones para el ofrecimiento del programa de Ingeniería Biomédica según lo definido en el PEP.

5.9. DESCRIPCIÓN DE LOS REQUISITOS DE GRADO ADICIONALES A LA APROBACIÓN DE CRÉDITOS ACADÉMICOS DEL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

El título es el logro académico que alcanza una persona a la culminación de un programa de formación universitaria y que, según la ley, lo acredita para el ejercicio de una profesión [Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, artículo 141].

Los requisitos de grado del programa se encuentran dispuestos en el Título V, del capítulo XI del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado de la Universidad Industrial de Santander que en sus artículos 147 y 148 establece que para que un estudiante pueda obtener su título profesional debe tener al final de su carrera un promedio ponderado acumulado igual o superior a tres, dos, cero (3.20) y presentar, en la Dirección de Admisiones y Registro Académico y dentro de los plazos estipulados por ésta, los siguientes documentos:

a. Cédula de ciudadanía o cédula de extranjería.
b. El certificado de presentación del Examen de Calidad de la Educación Superior conforme a lo dispuesto en el artículo 2° del Decreto 4216 del 30 de octubre de 2009 del Ministerio de Educación Nacional.

5.10. EVIDENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE ESCENARIOS PARA PRÁCTICAS FORMATIVAS PROPIOS O EN CONVENIO Y ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO ORIENTADAS A LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS EN LAS PRÁCTICAS FORMATIVAS

El plan de estudios del programa de Ingeniería Biomédica no contempla prácticas formativas.

6. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Para la Universidad Industrial de Santander la investigación constituye uno de los tres ejes misionales manifiestos en el Estatuto General donde la define como "los procesos de búsqueda, creación y asimilación del saber, orientados a generar conocimiento científico, desarrollo tecnológico y social"[52]

En coherencia, el Proyecto Institucional establece que los estudiantes participen en procesos de investigación y de generación de conocimiento como mecanismo para fortalecer el aprendizaje autónomo, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, la iniciativa para la construcción y dirección de redes colaborativas y la perspicacia para reconocer, formular, investigar y resolver problemas, con el liderazgo de los profesores y la disponibilidad de recursos institucionales. De esta manera, los graduados de la UIS se distinguen por el aporte significativo en los espacios de interacción social alrededor de diversos problemas de la comunidad[53].

Se han identificado seis áreas estratégicas de investigación, alrededor de las cuales se desea articular y focalizar el trabajo de sus grupos de investigación con el fin de hacerlos altamente competitivos en el contexto internacional. El trabajo interdisciplinario, el vínculo con los programas, las alianzas con instituciones pares nacionales y foráneas, así como la orientación hacia la transferencia de resultados, constituyen los elementos distintivos de las áreas estratégicas, las cuales apuntan sobre todo a la necesidad de contribuir al desarrollo científico, tecnológico y social del país, al fortalecimiento de los vínculos académicos y a la internacionalización de la Universidad, siendo vital su incorporación en el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Biomédica.

La Política de Investigación de la Universidad fue aprobada mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 046 de 2020. Esta Política tiene como referentes primarios el Proyecto Institucional y el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad, así como la misión y visión institucionales, los objetivos estratégicos y metas institucionales allí definidas.

La Política de Investigación propuesta, plantea lineamientos y estrategias encaminadas al desarrollo de los enfoques estratégicos, en los que busca que la investigación impacte los sectores económicos, analice y aporte a la solución de los retos nacionales y locales y facilite la democratización del conocimiento.

De forma específica para el logro de los objetivos propuestos en la política, las diferentes iniciativas, programas y acciones que se emprendan atenderán los siguientes lineamientos:

1) La investigación es una función misional de la Universidad Industrial de Santander, caracterizada por su originalidad y pertinencia, orientada por estándares metodológicos y éticos, y fundamentada en un talento humano de alto nivel y en tecnologías de punta.

2) La investigación en la Universidad Industrial de Santander se fundamenta en la autonomía creativa de la comunidad académica para abordar problemas con pertinencia social, cultural, científica o tecnológica y con potencial para cambiar el contexto regional, nacional y global, y en beneficio de una sociedad justa e incluyente.

[52] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Estatuto General de la UIS. artículo 6

[53] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Proyecto Institucional. Enfoque estratégico 2

3) La Universidad Industrial de Santander incentiva, potencia y gestiona la inversión de recursos para la investigación, con el fin de garantizar la estabilidad del Sistema de Investigación.

El modelo pedagógico de la UIS, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y de las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona.

6.1. DECLARACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

En primera instancia, el programa de Ingeniería Biomédica toma como referente lo contemplado en el Proyecto Institucional de la UIS, en la Política de Investigación de la UIS y en el Modelo Pedagógico UIS21.

Sobre este fundamento, el programa de Ingeniería Biomédica declara:

- La investigación e innovación serán el eje articulador de las funciones misionales de formación, investigación y extensión.
- Las actividades académicas han de tener en cuenta el desarrollo de competencias para la generación de ideas y soluciones, la creatividad y la imaginación, la curiosidad, la observación, la investigación, la aproximación empática a las comunidades y los territorios, y la capacidad de conectar conceptos e ideas, entre otras.
- Los profesores y estudiantes del programa reconocerán las brechas tácitas y explícitas del sector externo como oportunidades de intervención para proponer alternativas sostenibles de solución, a través de estrategias de enseñanza aprendizaje basadas en problemas y proyectos.
- Los espacios de formación en el programa, más que espacios de transmisión de conocimiento, serán espacios creadores y recreadores de dicho conocimiento.
- El programa estimulará la participación de los estudiantes en semilleros y grupos de investigación.

Desde estos referentes, y en correspondencia con el nivel de formación profesional, la naturaleza jurídica, la tipología, la identidad y la misión institucional, en la Tabla 33, se presentan los diferentes espacios para la investigación que se adelantará en el programa de Ingeniería Biomédica.

Tabla 33. Características de la investigación en el programa de Ingeniería Biomédica

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS	PARTICIPANTES
Investigación en el aula (IA)[54]	▪ Toma como referente el modelo pedagógico institucional. ▪ Regulada dentro del plan general de estudios. ▪ Reflejada en el desarrollo de la estrategia didáctica de: Aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, método de caso y aprendizaje basado en investigación. ▪ La investigación es un pilar central del programa de Ingeniería Biomédica. Por ello resulta fundamental involucrar a los estudiantes en la investigación, incorporándola a los cursos y promoviendo la participación de los estudiantes en los diferentes proyectos de investigación que se desarrollen.	Estudiantes, profesores y comité curricular.

[54] PARRA, C. Apuntes sobre la investigación formativa. Educación y educadores, 2004. 7, 57-77.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS	PARTICIPANTES
	▪ Presente a través de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. ▪ Integra técnicas didácticas, estilos de docencia e intencionalidades de formación. ▪ Aporta al desarrollo del aprendizaje autónomo y significativo.	
Formación para la investigación (FPI)[55].	▪ Estructurada en el desarrollo de contenidos y procesos de formación en temas básicos de investigación, en particular, la estrategia de trabajo por Proyectos Integradores. ▪ Centrada en el fomento de semilleros de investigación.	Estudiantes, profesores y grupos de investigación.
Investigación generadora de conocimiento	▪ Corresponde a la investigación científica o investigación propiamente dicha, centrada en la generación de conocimiento. ▪ Todos los docentes de tiempo completo del Programa participarán de las actividades de los grupos de investigación adscritos al Programa. Los estudiantes, a su vez, pueden participar de las actividades de los grupos, tales como semilleros, proyectos de investigación y proyectos integrativos de semestre.	

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, existen otras estrategias institucionales que promueven la formación para la investigación en los estudiantes:

- Auxiliaturas de investigación: en las cuales el estudiante recibe una remuneración por realizar actividades que soportan proyectos de investigación y grupos de investigación.
- UIS Ingenium: es un programa de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión que propone retos para que estudiantes participen con soluciones únicas, innovadoras y con alto potencial en el aporte a la sociedad.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS, MEDIOS Y CONTENIDOS CURRICULARES PARA LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN – INNOVACIÓN

La investigación, considerada una de las funciones sustantivas de la universidad, es entendida como el proceso de búsqueda, creación y asimilación del saber orientados a generar conocimiento científico, desarrollo tecnológico y social e innovación. Siguiendo las estrategias propuestas desde la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, el programa de Ingeniería Biomédica incorpora el proceso de formación en investigación e innovación a lo largo del plan de estudios mediante la implementación de las siguientes estrategias:

- **Desarrollo de actividades académicas teóricas y prácticas.** Estas permiten introducir al estudiante en la metodología científica. Dentro de estas se realizan actividades de acompañamiento por parte del docente para la comprensión y aplicación del método científico en las diversas tareas que se asignan. Esta estrategia se incluye en actividades académicas contempladas en los primeros niveles del programa, tal es el caso de: bioquímica, biología celular y molecular y fisiología.
- **Consulta y revisión de artículos científicos.** Se promueve la búsqueda y análisis de artículos científicos en las diferentes bases de datos de la universidad como punto de partida del desarrollo de proyectos de aula que se orientan a que el estudiante desarrolle la capacidad de indagar y resolver problemas.

[55] GRAZÓN, O. &GÓMEZ, J. Diálogos entre la articulación curricular y la formación investigativa. Revista Científica Guillermo de Oclham, 2010. 8(2), 85-99.

- **Aprendizaje basado en proyectos.** Empleando metodologías orientadas a la gestión y desarrollo de proyectos de ingeniería, los estudiantes deben realizar actividades tales como búsqueda bibliográfica, la discusión de la información, planteamiento del problema, discusión de la hipótesis, formulación de objetivos, planteamiento de la metodología y estrategia de solución. Esta estrategia inicia desde introducción a la ingeniería con un primer desarrollo de una prueba de concepto para resolver un problema, pasando por el desarrollo de un proyecto integrador en el que los estudiantes se enfrentan a una experiencia mayor de diseño en ingeniería en la que los estudiantes abordan problemas identificados u oportunidades del entorno y plantean soluciones a partir de los conocimientos adquiridos, siempre bajo la guía de un docente investigador y el respaldo de un grupo de investigación.
- **Semilleros de investigación.** Los grupos de investigación ofrecen espacios donde estudiantes de diferentes niveles del programa participan en actividades de formación para la investigación alrededor de temáticas específicas relacionadas con las áreas de interés de los grupos de investigación. Además, se presentan los resultados de las investigaciones, participan en debates y foros, y se familiarizan con el proceso de desarrollo de proyectos.
- **Otras actividades.** La Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática promueve la participación de estudiantes en conferencias y eventos científicos (simposios, congresos, encuentros) mediante la presentación de pósteres y artículos resultado de actividades como las de semilleros o del trabajo de grado. Asimismo, el programa de movilidad ofrecido por el portafolio de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión apoya esta participación de estudiantes como ponentes en tales eventos a nivel nacional e internacional.
- **Inmersión en ambientes investigativos.** Todos los estudiantes del programa tendrán acceso a laboratorios de alto nivel en la Universidad Industrial de Santander o en instituciones con que se tiene convenio.
- **Presentación de resultados de la investigación formativa.** Fomento de presentación de resultados ante personal no-científico y público en general para promover la valoración de la cultura científica y la necesidad de esta para el desarrollo social.
- **Uso de recursos.** Promoción del uso de recursos bibliográficos físicos y digitales, así como a bases de datos especializadas para favorecer la capacidad de construcción de estados del arte y el análisis de tendencias en un campo del conocimiento.

Adicionalmente, la universidad promueve la formación para la investigación en los estudiantes a través de otras estrategias, como la oferta de auxiliaturas de investigación en las que el estudiante recibe una remuneración por realizar actividades que soportan proyectos de investigación y grupos de investigación.

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN QUE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES Y FORMATIVAS SE NUTREN DE LA INVESTIGACIÓN- INNOVACIÓN

La Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática ha apoyado el desarrollo de las líneas de investigación de sus grupos con el objetivo puntual de apoyar el programa de doctorado en Ciencias de la Computación. En este proceso se han creado espacios interdisciplinares con el programa de pregrado de Ingeniería de Sistemas y los programas de maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática y en Informática para la Educación. A través de esta estrategia, se espera que la Escuela consolide un ecosistema de investigación nutrido que permita compartir y mejorar las experiencias de investigación de sus programas de pregrado y posgrado. De esta forma, la efectividad de esta estrategia, y la permeabilización de la investigación y la innovación en el proceso formativo, se puede evidenciar en la activa participación de los estudiantes de los diferentes programas en los diferentes semilleros y grupos

de investigación de la Universidad, el trabajo colaborativo que adelantan en los respectivos laboratorios para la consecución de los objetivos de sus proyectos, la realización de pasantías nacionales e internacionales, la divulgación de resultados producto de su trabajo de investigación en conferencias y artículos publicados en revistas homologadas o indexadas, y la participación de científicos internacionales en las actividades académicas de todos los programas de la Escuela.

Con este contexto, se espera entonces que el programa de Ingeniería Biomédica sustente sus actividades de investigación, de forma que el producto del trabajo de los investigadores de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y de los grupos de investigación será utilizado como base de análisis y material de apoyo que deben trabajar los estudiantes durante el proceso de formación.

Es importante resaltar que el currículo del programa de Ingeniería Biomédica permite que los estudiantes tengan un acercamiento a los métodos y procedimientos más actuales de la investigación científica en su campo del saber, a través de la exploración en el aula, como eje central del aprendizaje investigativo, promoviendo en los estudiantes la capacidad de indagación, la autonomía, la toma de decisiones, la generación de ideas y el compromiso de actuar con responsabilidad en el desempeño profesional y en la solución de problemas en el área Biomédica. Otras formas en las cuales las actividades académicas, docentes y formativas se nutren de la investigación, son:

- Las actividades académicas con acompañamiento del profesor como interacción teórico-práctica desarrolladas a través de trabajos indicaciones metodológicas, revisión bibliográfica, análisis de información, ponencias, trabajos en grupo.
- La realimentación de los resultados de investigación realizados por los grupos de investigación vinculados al programa se tendrá en cuenta en la actualización de las asignaturas que hacen parte del programa o la apertura de nuevas electivas, con el fin de mantener actualizado el currículo.
- La puesta en público de la producción académica desarrollada en el programa servirá como mecanismo de validación de los procesos formativos al constatar ante la comunidad académica la calidad de los trabajos, la pertinencia de las temáticas trabajadas y la rigurosidad con la que se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje en el programa.
- Los profesores de alto nivel académico y experiencia docente universitaria, quienes incorporan los resultados de sus investigaciones a los procesos de docencia y de aprendizaje, en las diferentes cátedras.

6.4. DEFINICIÓN DE ÁREAS, LÍNEAS O TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN, SEGÚN LA DECLARACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN- INNOVACIÓN PARA EL PROGRAMA ACADÉMICO.

Tal como se describió en el numeral 5.4, el programa de Ingeniería Biomédica estableció seis (6) áreas de investigación que se abordarán durante el desarrollo del plan de estudios: un área transversal (Ingeniería Clínica) que cuyas competencias se desarrollan en las actividades académicas que hacen parte del componente formativo de Fundamentación en Ingeniería Biomédica; y cinco líneas de énfasis que se trabajan en el componente de formación profesional de las cuales el estudiante tiene la posibilidad de elegir.

A continuación, en la Tabla 34 se realiza una breve descripción de objetos de investigación en cada una de las áreas de la Ingeniería Biomédica que se abordan en el programa y las principales aplicaciones en las que se enfocaría el desarrollo de proyectos y producción intelectual.

Tabla 34. Líneas de Investigación del programa de Ingeniería Biomédica

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Objetivo de Investigación	Aplicaciones
E7	Informática Médica	Innovar e integrar tecnológicamente herramientas informáticas y sistemas de información que apoyen la gestión y toma de decisiones en el área clínica así como el avance de la telesalud y telemedicina.	• Desarrollo de sistemas de administración de datos clínicos y de soporte de decisiones en ambientes clínicos. • Desarrollo de aplicaciones en telemedicina y telesalud • Desarrollo de Tecnologías informáticas para atención en salud • Mejora de la interoperabilidad de sistemas de información en salud. • Desarrollo de simuladores de educación biomédica
E7	Bioinformática	Aportar nuevos métodos, procedimientos y herramientas para la transformación y análisis computacional de datos que mejoren la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC.	• Modelamiento y simulación de proteínas • Interacciones de proteína y docking • Genómica computacional • Procesamiento computacional de datos ómicos • Estadística en Bioinformática • Variabilidad estructural • Bioinformática de Secuencias • inteligencia Artificial & Minería de Datos
E6	Instrumentación Biomédica	Mejorar los procesos de diseño y desarrollo tecnológico de dispositivos y sistemas tecnológicos que faciliten el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	• Desarrollo de técnicas avanzadas de análisis funcional y cuantitativo de imagen • Diseño de sistemas novedosos de amplificación de señales bioeléctricas. • Nuevos métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender señales e imágenes biológicas. • Identificación y control de sistemas fisiológicos. • Instrumentación de biosensores y modelación. • Iot en salud. • Desarrollar dispositivos biomédicos vestibles y personalizables
E5	Ingeniería de Rehabilitación	Analizar las técnicas y principios biomécánicos, de la ergonomía y la ingeniería para la evaluación y optimización de métodos y tecnologías de rehabilitación que restablecer o mejorar las funciones motoras, de comunicación, audición, visión y cognición perdidas.	• Análisis de la biomecánica del amputado • Robótica aplicada a la rehabilitación • Análisis de marcha y movimiento • Biomecánica y ergonomía • Herramientas tecnológicas de rehabilitación. • Ayudas tecnológicas para la discapacidad • Rehabilitación virtual • Ortésica y protésica
E8	Biomateriales	Mejorar los procesos y tecnologías aplicadas en el diseño y obtención de biomateriales diseño de materiales capaces de modular la respuesta biológica del tejido receptor para contribuir al desarrollo de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.	• Comportamiento Mecánico de los Biomateriales. • Ingeniería de tejidos • Extracción de biopolímeros desde fuentes naturales. • Biomateriales cerámicos • Biomateriales poliméricos. • Biomateriales metálicos • Síntesis, caracterización y aplicación de biomateriales cerámicos • Diseño y fabricación de nanoestructuras bio-compatibles
E4	Ingeniería Clínica	Aportar nuevos procedimientos, modelos y sistemas para la gestión de la tecnología biomédica mejorando la eficiencia y eficacia de los procesos	• Gestión de tecnología en salud • Gestión de la innovación en salud • Gestión del conocimiento en salud • Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de Producción y Logística clínica

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Objetivo de Investigación	Aplicaciones
		clínicos y la atención en salud.	

Fuente: elaboración propia

Las líneas de investigación que apoyarán la formación en el programa de Ingeniería Biomédica se soportan directamente en los grupos de investigación institucionales relacionados con el objeto de conocimiento del programa. La Tabla 35 muestra la asociación mencionada.

Tabla 35. Articulación de las líneas de investigación del programa de Ingeniería Biomédica con las líneas de los grupos de investigación UIS

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Grupo de investigación	Líneas de investigación relacionadas con el programa	UAA[56]
E7	Informática Médica	Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BIVL2ab)	Adquisición de imágenes y problemas inversos Análisis de movimiento Representación de imágenes y aprendizaje automático	EISI
		Grupo de investigación en diseño de algoritmos y procesamiento de datos multidimensionales HDSP	Diseño de algoritmos computacionales Muestreo compresivo Percepción remota Procesamiento de datos multidimensionales	EISI
E7	Bioinformática	CICTA	Desarrollo de productos con Propiedades Nutricionales o de Salud	Química
		Biotecnología Industrial y Biología Molecular (CINBIN)	Bioinformática y modelización molecular	Biología
		Grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología (GIBIM)	Bioinformática	Química
E6	Instrumentación Biomédica	Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación (CEMOS)	Supervisión experta, automatización y control Desarrollo de prototipos Bioingeniería e Ingeniería Biomédica Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Optimización y Modelado	E3T

[56] UAA: Unidad académico administrativa.
EISI: Escuela de Ingeniería de Sistemas de Informática
E3T: Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Telecomunicaciones
EIM: Escuela de Ingeniería Mecánica
EEIE: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
EDI: Escuela de Diseño Industrial
EMCM: Escuela de Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Grupo de investigación	Líneas de investigación relacionadas con el programa	UAA[56]
		Grupo de Investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales - CPS	Biomedical Image and Signal Processing Machine Learning Radiocommunications & IoT	E3T
E5	Ingeniería de Rehabilitación	Energía y Medio Ambiente (GIEMA)	Ingeniería biomédica	EIM
		Grupo de Investigación Movimiento, Armonía y Vida (MAV)	Análisis del movimiento humano normal y alterado	Fisoterapia
		Interfaz	Bioforma, biomimética y biónica Ecodiseño y Materiales Sostenibles Interacción Hombre-Máquina (I-HM) New Product Development through Research and Development	EDI
E8	Biomateriales	Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales	Biomateriales Desarrollo Sostenible-Reciclado de Materiales Simulación de materiales	EMCM
		CIMBIOS (Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores)	Nanociencias, nanomateriales y nanotecnología Biotecnología Médica y Bioingeniería	Física
E4	Ingeniería Clínica	Ópalo Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos	Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de Producción y Logística - Logística Hospitalaria	EEIE
		Innotec	Gestión de la Tecnología Gestión de la Innovación Gestión del Conocimiento	EEIE

Fuente: elaboración propia

La multidisciplinariedad de la Ingeniería Biomédica se observa en la variedad de Escuelas que apoyarán la investigación en el programa. Además de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, a la cual se encuentra adscrito el programa, 8 escuelas de 3 facultades diferentes ofrecen grupos con líneas de investigación que permiten el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes investigativas en los estudiantes de Ingeniería Biomédica UIS relacionadas con cada una de las áreas de la Ingeniería Biomédica.

La fundamentación teórica de las líneas y la total articulación con los grupos declarados a los que se van a incorporar se constituye en una de las actividades formuladas para el plan de investigación del programa de Ingeniería Biomédica.

6.5. PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS 7 AÑOS DE LOS PROYECTOS Y PROGRAMAS PARA EL LOGRO DEL AMBIENTE DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

La Universidad Industrial de Santander, adopta por medio del Acuerdo No 043 de 2011 del Consejo Superior, el Estatuto de Investigación, el cual está compuesto por cuatro componentes, el de ejecución de actividades de investigación, el de apoyo y fomento institucional a la investigación, el de seguimiento

institucional a la investigación y el de regulación de la investigación. El primero está conformado por grupos y centros de investigación, el segundo por el reconocimiento en Puntos por Actividad Docente, en adelante (PAD) al personal de la Universidad que tengan participación en centros, grupos y proyectos, así como en la formación de investigadores de pregrado y postgrado.

El tercer componente, realiza seguimiento a los indicadores institucionales en materia de investigación con el fin de proponer metas y estrategias que conduzcan a generar impacto no sólo en la dimensión académica sino en el desarrollo nacional y el cuarto componente, establece la conformación de la regulación en la Universidad, en la cual participan el Consejo Superior, el Consejo Académico, el Comité de Propiedad Intelectual, el Comité Operativo de Investigación y Extensión (COIE) y el Comité de Ética de la Facultad de Salud. Además, anualmente la universidad dispone de un presupuesto para el desarrollo de programas y proyectos de investigación. Estos recursos se observan en la Tabla 36.

Tabla 36. Recursos presupuestales para el fomento y desarrollo de programas y proyectos de investigación

Vigencia presupuestal	Nombre del proyecto	Código BPPIUIS	Código presupuestal	Valor total del proyecto	Fuente de financiación
2016	Escuela Básica Etapa III-Formación para la investigación y dotación de aulas para el fortalecimiento de la investigación la extensión y docencia	168101151067	1555	$336.013.000	Estampilla Pro-UIS
2017	Fortalecimiento de la capacidad de investigación de la UIS 2017	164301161088	1568	$3.390.000.000	Estampilla Pro-UIS
2018	Fortalecimiento de la capacidad de investigación de la UIS 2017	041101171110	1572	$7.000.000.000	Estampilla Pro-UIS
2019	Fortalecimiento de la capacidad de investigación de la UIS 2019	041101181119	1577	$5.929.870.000	Estampilla Pro-UIS
2020	Fortalecimiento de la capacidad de investigación de la UIS 2020	041101191146	1583	$10.530.000.000	Estampilla Pro-UIS
2021 - 2022	Fortalecimiento de la capacidad de investigación de la UIS 2021 y 2022	441101201156	1591	$12.111.500.000	Estampilla Pro-UIS

Fuente: Presupuesto general de la Universidad Industrial de Santander, vigencias 2016-2022

Todos los recursos proyectados para el Fortalecimiento de la capacidad de Investigación en la UIS en cada uno de los años, se administra a través de convocatorias internas realizadas por la Universidad, a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE). La publicación de estas convocatorias se hace por medio del Portafolio de Programas VIE disponible para cada vigencia presupuestal.

La Universidad ha gestionado recursos para las convocatorias del Portafolio de Investigación y Extensión durante el periodo 2015 a 2022 así:

Tabla 37. Recursos Portafolio de Investigación y Extensión UIS 2015-2022

Año	Recursos
2015	$6.846.000.000
2016	$9.435.000.000
2017	$7.273.000.000
2018	$10.837.000.000
2019	$12.000.000.000
2020	$12.458.400.000

Año	Recursos
2021	$14.361.500.000
2022	$13.317.500.000

Fuente: Vicerrectoría de Investigación y Extensión UIS

La Investigación de la Universidad Industrial de Santander, para los próximos siete años, está contemplada en el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030, en el enfoque N° 2: Investigación e innovación como ejes articuladores de las funciones misionales, el cual tiene como objetivos estratégicos: 1) Consolidar la investigación de alta calidad orientada al desarrollo científico, tecnológico, social, económico, cultural y político del país en un entorno global; y 2) Desarrollar la capacidad de innovación en la comunidad universitaria para generar soluciones a los retos de la sociedad en un entorno global.

El programa de Ingeniería Biomédica espera en los próximos siete años fortalecer el engranaje propuesto por la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática para el fortalecimiento de sus grupos de investigación y sus programas de pregrado y posgrado. Se espera, además, que en este proceso el programa de Ingeniería Biomédica fortalezca las líneas de investigación declaradas y que se soportan en la experiencia y fortalezas de los grupos de investigación. Sin embargo, se deja abierta la posibilidad de creación de nuevas líneas de acuerdo con los avances en el área y al fortalecimiento de la planta docente de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y de la Universidad.

Además, se espera entre las actividades a desarrollar para promover ambientes de investigación e innovación las siguientes:

- Portafolio de la VIE: participar de los programas que hacen parte del portafolio de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, tales como: i) Fortalecimiento de la actividad investigativa: convocatorias de investigación articuladas con el entorno y demás convocatorias internas de investigación. ii) Fortalecimiento de la formación para la investigación: semilleros de investigación. iii) Apropiación social del conocimiento y divulgación científica: programas de apoyo a la movilidad de profesores, estudiantes e investigadores visitantes.
- Apoyo a la actividad investigativa: apoyo a grupos de investigación, apoyo a la gestión y cofinanciación de propuestas de investigación ante entes externos.
- Convocatorias MinCiencias: participar en convocatorias de MinCiencias tanto para la presentación de propuestas de investigación como para el reconocimiento de grupos de investigación.

La Agenda de Investigación que se propone para el programa de Ingeniería Biomédica, que complementa lo señalado anteriormente será la siguiente:

- Un seminario anual de presentación de resultados de investigación e innovación y su articulación con la sociedad, a partir del tercer año de inicio de las actividades académicas de la primera cohorte.
- La participación de por lo menos un estudiante por semestre, a partir del tercer año de inicio de actividades de la primera cohorte del programa en actividades de movilidad estudiantil con universidades nacionales e internacionales.
- Dos congresos nacionales en el área biomédica durante los siguientes 7 años después del inicio de actividades de la primera cohorte del programa.

- Un conversatorio anual con expertos en las áreas de interés del programa: 7 eventos en total para todo el periodo.
- Desarrollo de un seminario anual con otros programas de Ingeniería Biomédica, con el propósito de generar redes académicas, a partir del tercer año de inicio de las actividades académicas de la primera cohorte.

Para lo anterior, los recursos (humanos, financieros, tecnológicos y físicos) proyectados para su ejecución son:

- Profesores del programa de Ingeniería Biomédica.
- Invitados nacionales e internacionales que se han proyectado para los eventos de la agenda.
- Recursos de apoyo para movilidad académica, participación en eventos científicos de carácter internacional y ejecución de proyectos de investigación, establecidos dentro del Portafolio de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad gestionados por la Escuela.
- Recursos financieros propios de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y de la Universidad en general.
- Plataformas tecnológicas que la Universidad ha contratado para desarrollar sus actividades académicas.
- Salas del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad (Centic), para programar actividades en línea.
- Auditorios de la Universidad para los eventos, así como los espacios de grupos de investigación.

Con esto se espera fortalecer las redes académicas, así como consolidar la comunidad académica, con lo cual se logre elevar la calidad del programa de Ingeniería Biomédica.

6.6. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE APOYAN EL PROGRAMA

El programa de Ingeniería Biomédica contará con el apoyo de 8 grupos de investigación, los cuales pertenecen a las facultades de Ciencias, Ingenierías Fisicomecánicas e Ingenierías Fisicoquímicas. De estos, de acuerdo con la última convocatoria de medición de grupos de investigación, 2 grupos se encuentran clasificados en categoría A1, 3 en categoría A y uno en categoría B. En la Tabla 38 se presentan los grupos de investigación que apoyarán el programa, cuya información más detallada se puede consultar en el Anexo D.

Tabla 38. Grupos de Investigación que apoyarán al programa y su clasificación en Minciencias

NOMBRE GRUPO	FACULTAD	CÓDIGO	CLASIFICACIÓN CONVOCATORIA NACIONAL SNCTeI, N° 894 DE 2021
Grupo de investigación en Bioquímica y Microbiología (GIBIM)	Facultad de ciencias	COL0036876	A1
Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores (CIMBIOS)	Ciencias	COL0052495	A1
Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación (CEMOS)	Ingenierías Físicomecánicas	COL0009609	A1

NOMBRE GRUPO	FACULTAD	CÓDIGO	CLASIFICACIÓN CONVOCATORIA NACIONAL SNCTeI, N° 894 DE 2021
Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales (HDSP)	Ingenierías Físicomecánicas	COL0156702	A1
Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICTA)	Escuela de Química	COL0002297	A
Energía y Medio Ambiente (GIEMA)	Ingenierías Físicomecánicas	COL0032634	A
Interfaz	Ingenierías Físicomecánicas	COL0057212	A
Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales	Ingenierías Físicoquímicas	COL0028874	A
Grupo de Investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales - CPS	Ingenierías Físicomecánicas	COL0009583	A
INNOTEC	Ingenierías Físicomecánicas	COL0012079	A
Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BIVL2ab)	Ingenierías Físicomecánicas	COL0009269	B
Grupo en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos – OPALO	Ingenierías Físicomecánicas	COL0031207	B
Grupo de Investigación Movimiento, Armonía y Vida (MAV)	Escuela de Fisioterapia	COL0037855	B
Biotecnología Industrial y Biología Molecular (CINBIN)	Facultad de Ciencias	COL0009494	C

Fuente: Universidad Industrial de Santander

7. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

La Universidad Industrial de Santander establece, en el Estatuto General, la extensión como una de sus funciones misionales, entendida como "la proyección social, mediante la crítica y la participación en la solución de problemas de la comunidad, orientadas al mejoramiento de la calidad de vida"[63].

Institucionalmente, la Universidad regula las actividades de extensión a través de las políticas de extensión, establecidas mediante el Acuerdo de Consejo Superior No 006 de 2005. En términos generales, dichas políticas pretenden asegurar una participación activa de la Universidad en los procesos de cambio del entorno social, conducentes al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad. Esta acción está fundamentada en criterios de calidad y excelencia académica, por esta razón, está establecido que las unidades académicas y administrativas ofrezcan servicios, programas y proyectos sólo en aquellos campos en los que tengan fortalezas reconocidas.

En complemento de lo anterior, el Consejo Superior ha establecido los requisitos y procedimientos administrativos para la gestión de proyectos de extensión y educación continuada, en el Acuerdo de Consejo Superior No 103 de 2010, que busca facilitar y fomentar la ejecución de actividades de extensión en las modalidades de asesoría, consultoría y de educación continuada, fortalece la cultura de planificación y define mecanismos de apoyo y acompañamiento a las unidades académico administrativas que desarrollan proyectos. En primera instancia, establece que los proyectos deben cumplir plenamente con las políticas de extensión de la Universidad, vinculando la docencia y la investigación y teniendo como referente fundamental los criterios de calidad, excelencia y pertinencia social. Establece también la elaboración y actualización permanente de un portafolio de servicios de extensión, que comprende todos los servicios que la unidad o sus grupos de investigación están en capacidad de desarrollar. Para esto, cada unidad académica debe definir estrategias enmarcadas en la política de extensión en la misión de la Universidad, que permitan atender y proponer iniciativas de extensión por medio de las cuales se contribuya de forma activa al desarrollo socioeconómico de la región y del país.

Para efectos de la organización de la extensión en la UIS, se cuenta con la Vicerrectoría de Investigación y Extensión VIE y la actividad de extensión se apoya en el Consejo de Investigación y Extensión, el Comité Operativo de Investigación y Extensión (COIE) y las Direcciones de Investigación y Extensión de cada Facultad. Recientemente, se creó el Instituto de Estudios Interdisciplinarios y Acción Estratégica para el Desarrollo - IDEAD[57], como una dependencia adscrita a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, encargada de "coordinar, asesorar, promover, formular, apoyar y ejecutar proyectos y programas interdisciplinarios de acción estratégica para el desarrollo local, regional, nacional o internacional".

De esta manera, cada unidad académica administrativa, de acuerdo con la naturaleza de los saberes que administra y sus capacidades, puede ofrecer servicios de asesoría y consultoría profesional, servicios tecnológicos, servicios educativos, servicios docente - asistenciales, servicios culturales, artísticos y deportivos y servicios de comunicación e información.

[57] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Acuerdo 31 de 2017. Consejo superior.

7.1. PLAN DE VINCULACIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON EL SECTOR PRODUCTIVO, SOCIAL Y CULTURAL, PÚBLICO Y PRIVADO

Desde el programa de Ingeniería Biomédica, se propone el siguiente plan de vinculación de la comunidad académica con el sector productivo, social y cultural, público y privado.

Tabla 39. Plan de vinculación de la comunidad académica con el sector externo

Actividades	Recursos previstos	Resultados esperados
Gestión de convenios de cooperación para articular y propiciar actividades de intercambio académico con universidades que estén orientadas al estudio e investigación del área del conocimiento del programa.	Esta actividad estará a cargo del director de escuela.	● Generar movilidad entrante y saliente de estudiantes y profesores como producto de la cooperación académica. ● Desarrollar proyectos de investigación y de extensión como producto de la cooperación académica.
Presentar proyectos de investigación o de extensión con entidades que se dediquen a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades desarrollando y mejorando dispositivos biomédicos o servicios clínicos.	En recurso humano se proyecta el requerimiento de profesores que lideren proyectos de investigación o extensión y de la participación de los estudiantes del programa. En este punto será muy importante el trabajo que se desarrolle en los grupos de investigación que apoyan la creación del programa. En recursos financieros se proyecta la presentación de propuestas en las convocatorias internas de financiación y en las convocatorias nacionales para el desarrollo y ejecución de proyectos.	Vincular la comunidad académica con el sector externo para desarrollar en conjunto proyectos asociados a la solución de problemas sociales, públicos y privados.
Consultorías por parte de los profesores del programa soportados en sus laboratorios o grupos de investigación.	Uso de infraestructura, laboratorios, equipos y recurso humano altamente calificado en el área.	Aportar a la resolución de necesidades y problemas de ingeniería biomédica que impacten a la sociedad.
Participación en eventos académicos	Recursos financieros para apoyar la participación de los profesores y estudiantes en eventos académicos. El programa hará uso de los incentivos y apoyos otorgados por la Universidad a través del programa de apoyo a la movilidad	● Divulgar avances y resultados de los proyectos que se desarrollen, para su conocimiento y apropiación por parte de la sociedad. ● Aportar a las discusiones de otras Universidades o Centros de Investigación, en el área del conocimiento del programa.

Fuente: elaboración propia

7.2. MECANISMOS PARA GESTIONAR LA INFORMACIÓN DE LOS RESULTADOS QUE SE OBTENGAN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS PROFESORES Y ESTUDIANTES CON EL SECTOR EXTERNO

El programa de Ingeniería Biomédica contará con diferentes mecanismos para gestionar la información de los resultados que se obtengan de las acciones de extensión o proyección sociales realizadas por los profesores y los estudiantes del programa.

A nivel institucional, se cuentan con los registros de los proyectos de extensión en el "módulo de extensión" que se hace a través del diligenciamiento del formulario para la presentación de las propuestas, lo cual permite su trazabilidad y seguimiento. Cuando las propuestas obtienen el aval del

Comité Operativo de Investigación y Extensión, COIE, la propuesta puede ser implementada. Para su evaluación, se cuenta con los informes que se presentan de avance y de finalización de las actividades de extensión realizadas.

Además de los programas de proyección social y extensión, el Programa espera generar la articulación de profesores y estudiantes con la dinámica social, productiva y creativa a través de sus procesos investigativos y de extensión. Los mecanismos de gestión de información son:

- Convocatorias institucionales de financiación y apoyo a la investigación: a través de esta estrategia institucional, es posible mantener la información organizada, garantizar trazabilidad y acceso en el momento que se requiera.
- Divulgación de resultados de investigación de los profesores y de los trabajos de grado de los estudiantes: a través de eventos académicos, publicaciones en revistas indexadas, o estrategias de apropiación social del conocimiento, se garantiza también una gestión de la información adecuada y pertinente con las necesidades de la sociedad.
- Registro y archivo de la investigación aplicada en el programa y en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión: toda la información correspondiente a proyectos y resultados de investigación aplicada guarda registro en las distintas unidades académicas y en la Vicerrectoría.

7.3. CONVENIOS DE APOYO AL PROGRAMA

La Universidad Industrial de Santander, a través de la oficina de Relaciones Exteriores, promueve actividades de cooperación tanto a nivel nacional como internacional, materializadas mediante acuerdos de colaboración con instituciones pares para intercambiar experiencias académicas, científicas y culturales. Estos convenios, además fomentan la realización de proyectos y trabajos de investigación conjunta, la creación, organización y coordinación de actividades académicas y culturales, la organización conjunta de conferencias, cursos, seminarios, simposios y otros eventos internacionales, la realización de publicaciones y el intercambio de material bibliográfico y, por último, la facilidad de acceso a laboratorios u otras facilidades de investigación.

Los tipos de cooperación que desde la oficina de Relaciones Exteriores se contemplan son los siguientes:

- Convenios de cooperación académica con otras instituciones.
- Convenios de cooperación académica con universidades a nivel nacional.
- Convenios de cooperación académica Internacional.
- Redes de cooperación.

7.3.1. Acuerdos de voluntades o convenios que respalden las pasantías con el sector externo en los próximos siete años

El programa de Ingeniería Biomédica está cobijado por los convenios nacionales e internacionales gestionados institucionalmente por la Universidad. A continuación, en la Tabla 40 y la Tabla 41 se presentan los convenios de apoyo al programa suscritos a nivel nacional e internacional, de tipo marco y específicos, el objeto de cada convenio, las instituciones participantes y la vigencia de estos.

Tabla 40. Convenios de cooperación académica a nivel nacional

No.	Instituciones participantes	Tipo de convenio	Breve Objeto	Vigencia
1	Universidad de Antioquia	Convenio Marco	Establecer las bases de una mutua cooperación entre las Universidades para la realización de actividades académicas, docentes, investigativas, de difusión de la cultura y extensión de servicios en todas aquellas áreas de interés recíproco propios de sus objetivos y funciones, con miras al logro de sus fines y el aprovechamiento racional de sus recursos	12/06/2020 11/06/2025
2	Universidad Nacional de Colombia	Convenio Marco: Válido para realización de Intercambio académico	Realizar conjuntamente investigaciones científicas, docencia u otro tipo de actividad en que estén interesadas las dos instituciones. Capacitar a los profesores de las dos instituciones en áreas de interés de acuerdo con las necesidades y prioridades de cada institución. Facilitar el intercambio de profesores a fin de fortalecer los programas que más lo requieran en cada universidad.	22/09/2016- 5 años, renovándose automáticamente
3	Universidad de Antioquia, Universidad Nacional - Vicerrectoría Académica y Universidad del Valle	Convenio Marco	Intercambiar profesores y/o investigadores por períodos determinados y para cumplir actividades específicas tales como: dictar conferencias, participar en cursos y en el desarrollo de investigaciones de mutuo interés, etc. Asumir de modo común, por sistemas de coparticipación, programas de docencia, investigación, pasantías de profesores y estudiantes, asesoría y extensión. *Realizar investigaciones conjuntas.	6/09/2013 6/09/2023
4	Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT, Universidad Externado, Pontifica Universidad Javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Norte, Universidad del Valle, Universidad de los Andes	Convenio Específico Convenio SÍGUEME	Promover la movilidad de los estudiantes de posgrado matriculados regularmente en alguna de las universidades participantes, permitiendo que ellos puedan registrar y matricular asignaturas teóricas o prácticas en otra de las universidades participantes, de acuerdo con las características curriculares de los correspondientes planes de estudio	11/08/2014 – 5 años Prorrogable automáticamente
5	Universidad del Rosario	Convenio Específico	Cooperación académica en las áreas de los programas académicos de pregrado y posgrado, a fin de promover la movilidad académica de estudiantes de pregrado y posgrado, docentes/investigadores y personal administrativo de las respectivas instituciones	12/03/2019 12/03/2023
6	Universidad Simón Bolívar	Convenio Marco	Establecer las bases de una cooperación recíproca, que permita la promoción y realización de actividades de interés común, dentro de la órbita propia de competencia de ambas instituciones, para lo cual se podrán organizar y desarrollar proyectos y acciones conjuntas en el marco de los planes y programas que le sean propios en los campos de la docencia, investigación, extensión, y en todas las demás formas de acción entre las partes.	12/11/2021 12/11/2026

Fuente: Universidad Industrial de Santander

Tabla 41. Convenios de cooperación académica a nivel internacional

No.	Instituciones participantes	Tipo de convenio	Breve Objeto	Vigencia
1	Universidad Federal de Uberlandia (BRASIL)	Convenio Marco: Válido para realización de actividades de movilidad Ingeniería Fisicomecánicas	Promover la cooperación entre ambas instituciones, en áreas de mutuo interés	24/07/2001 Indefinido
2	Universidad Federal de Rio Grande del Sur UFRGS (BRASIL)	Convenio Específico	Cooperación académica en el área de computación, a fin de promover el intercambio de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de posgrado, posdoctorado, docentes/investigadores y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones.	24/01/2018 24/01/2023
3	Instituto Tecnológico de Costa Rica – ITCR (COSTA RICA)	Convenio Específico	El presente convenio tiene por objeto la cooperación académica entre la Escuela de Electrónica del ITCR y la Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas de la UIS, a fin de promover la movilidad académica de estudiantes de pregrado y postgrado, docentes/investigadores y personal administrativo de las respectivas instituciones.	30/11/2020 30/11/2025
4	Universidad de Jaén (ESPAÑA)	Convenio Marco	Fomentar el intercambio de estudiantes, docentes e investigadores entre ambas Instituciones, de manera que se facilite que los profesores de una de ellas puedan impartir docencia en la otra Universidad durante un plazo de tiempo determinado. De esta forma se realizan pasantías de investigadores y profesores en ambas Instituciones, para apoyar el desarrollo, tanto de investigaciones específicas como de planes académicos.	23/09/2010 4 años. Renovándose Automáticamente
5	Universidad de Texas - A&M (EE.UU.)	Convenio Específico entre la Universidad de Texas - A&M y la Universidad Industrial de Santander	Convenio específico para promover el intercambio de docentes y estudiantes de pregrado y posgrado, con el objetivo de fomentar el trabajo conjunto de docencia e investigación en el área de las ingenierías.	03/03/2010-03/09/2022
6	Universidad de Oklahoma (EE.UU.)	Convenio Marco: Válido para realización de Intercambio	Colaboración de facultad y personal para investigación, conferencias, discusiones y otras búsquedas académicas. Intercambio de estudiantes de pregrado y de postgrado e investigadores	13/08/1996 Indefinido
7	Universidad de Delaware (EE.UU.)	Convenio Marco	Establecer los lazos y crear la cooperación y colaboración mutua en las diferentes disciplinas académicas entre la UD y la UIS: 1) Enseñanza, investigación e intercambio de estudiantes. 2) Desarrollar programas de intercambio para estudiantes de pregrado y egresados. 3) Desarrollo del programa académico de maestría de doble titulación UIS-UD para las Escuelas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones e Ingeniería de Sistemas e Informática.	4/07/2008 3 años Renovándose Automáticamente

No.	Instituciones participantes	Tipo de convenio	Breve Objeto	Vigencia
8	The University of Missouri-Kansas City – UMKC (EE.UU.)	Memorando de Entendimiento	El presente memorando de entendimiento establece oportunidades para intercambios y cooperación interinstitucionales entre UMKC y UIS. Ambas instituciones acuerdan promover educación y cooperación de investigación entre ambas instituciones en base al respeto mutuo por su autonomía, y bajo las leyes y regulaciones vigentes en cada país e institución, y dentro de los recursos disponibles.	23/11/2020 23/11/2025
9	Instituto Politécnico Nacional de Grenoble INP (FRANCIA)	Convenio Específico entre la Instituto Politécnico Nacional de Grenoble INP y la Universidad Industrial de Santander	Elaborar y desarrollar la cooperación entre la Universidad Industrial de Santander y el Institut National Polytechnique Toulouse en las asignaturas de enseñanza y de investigación de interés común de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones en las áreas: (a) Procesamiento de señales, (b) Procesamiento de imágenes, (c) Optimización, (d) Probabilidad y estadística, (e) Telecomunicaciones.	27/04/2018 27/04/2023
10	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Convenio Específico	Programa de intercambio de estudiantes que permita al alumno inscrito en una Universidad (Universidad de origen) cursar materias en la otra universidad (Universidad Huésped) para que le sean acreditadas como parte de los requisitos necesarios para obtener un grado académico en la Universidad de Origen. Los estudiantes propuestos por cada Universidad serán aceptados en la otra con el fin de cursar un conjunto de materias pre-acordadas.	21/10/2019 21/10/2024
11	Instituto Tecnológico de Tepic (MÉXICO)	Convenio Marco	Establecer las condiciones generales de cooperación científica, técnica, pedagógica y administrativa entre ambas instituciones, que unirán sus esfuerzos y coordinarán sus acciones con el fin de contribuir al desarrollo de la investigación y la formación, en cualquiera de sus niveles. Facilitar el intercambio de docentes, investigadores y estudiantes según la regulación internacional y el reglamento interno de cada institución.	28/05/2010 Renovable Automáticamente
12	Universidad de la República (URUGUAY)	Convenio Marco	Los objetivos de este convenio son, en general, promover el desarrollo y difusión de la cultura y en particular, el desarrollo de la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica.	26/06/2012 5 años, prorrogados automáticamente por períodos iguales.

Fuente: Universidad Industrial de Santander

Adicional a estos convenios, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática ha establecido Convenios de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado para los estudiantes del pregrado de Ingeniería de Sistemas. Estos convenios se observan en la Tabla 42.

Tabla 42. Convenios prácticas empresariales Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Tipo de convenio	Institución que firma el convenio	Objeto del convenio	Fecha de suscripción	Duración	Fin
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas	**METALTECO S.A.S**	Establecer las bases de cooperación entre METALTECO S.A.S y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas	27/11/2018	5 AÑOS	27/11/2023

Tipo de convenio	Institución que firma el convenio	Objeto del convenio	Fecha de suscripción	Duración	Fin
Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado		empresariales como modalidad de trabajo de grado.			
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**COOPROFESORES**	Establecer las bases de cooperación entre la Cooperativa de Agorro y Crédito de Profesores "Cooprofesores" y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	11/02/2019	5 Años	11/02/2024
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**ACCENTURE Ltda.**	Establecer las bases de cooperación entre Accenture Ltda y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	25/02/2019	5 Años	25/02/2024
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**VISION INGENIERIA S.A.S**	Establecer las bases de cooperación entre Visión Ingeniería SAS y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	09/10/2019	5 Años	09/10/2024
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**INDRA COLOMBIA S.A.S**	Establecer las bases de cooperación entre INDRA COLOMBIA S.A.S. y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	05/05/2020	3 Años	05/05/2023
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**CORPORACIÓN AVANCE**	Establecer las bases de cooperación entre CORPORACION AVANCE y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	14/12/2020	5 Años	14/12/2025
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**A&A SOLUCIONES – TIC S.A.S**	Establecer las bases de cooperación entre A&A SOLUCIONES – TIC S.A.S y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	02/06/2021	5 Años	02/06/2026
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**KEYRUS COLOMBIA S.A.S**	Establecer las bases de cooperación entre KEYRUS COLOMBIA S.A.S y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	26/05/2021	5 Años	26/05/2026
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**PRAGMA S.A**	Establecer las bases de cooperación entre PRAGMA S.A y la Universidad para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.	26/10/2021	5 Años	26/10/2026
Convenio de Apoyo Interinstitucional para la Realización	**INCUBAPP VENTURE CAPITAL**	Establecer las bases de cooperación entre IncubApp Venture Capital S.A.S y la Universidad para el desarrollo	24/01/2022	5 Años	24/01/2027

Tipo de convenio	Institución que firma el convenio	Objeto del convenio	Fecha de suscripción	Duración	Fin
de Prácticas Empresariales como modalidad de Trabajo de Grado	**S.A.S**	integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado.			

Fuente: Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática (2022)

8. PROFESORES

Según el Acuerdo del Consejo Superior No. 063 de 1994, el profesor de la Universidad Industrial de Santander es la persona natural vinculada laboralmente con la institución, como empleado público con régimen especial de acuerdo con la ley y el presente reglamento, para desempeñar y promover con excelencia, funciones de docencia, investigación y extensión, orientadas al logro de la misión institucional.

El profesor puede trabajar para la universidad por dedicación exclusiva, de tiempo completo, de medio tiempo y de cátedra. Además, para el cumplimiento de su misión, el profesor desarrollará actividades de docencia, investigación, extensión, administración y dirección universitaria. Estas acciones son cuantificadas en puntos de actividad docente (PAD), según reglamento de la Universidad.

8.1. CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES

8.1.1 Descripción del grupo de profesores con el que contará el programa de Ingeniería Biomédica o el plan de vinculación de profesores para el mismo, considerando su composición en términos del tipo de contratación, vinculación y dedicación, y la naturaleza jurídica, tipología y misión institucional.

La Institución establece la selección y nombramiento de profesores en el Acuerdo del Consejo Superior 046 de 2021, Reglamento de selección de profesores en la Universidad Industrial de Santander, definiendo 3 modalidades de selección: ocasional, concurso de jóvenes talentos y concurso general. Un proceso soportado en la meritocracia de los funcionarios públicos. El Reglamento del Profesor estipula que pueden ser de dedicación exclusiva, de tiempo completo, de medio tiempo y de cátedra. La dedicación de tiempo completo es de 40 horas semanales. A continuación, se describen cada una de las modalidades de selección.

Profesores de carrera: Es la persona natural vinculada laboralmente a la institución, como empleado público con régimen especial de acuerdo con la Ley y las normas institucionales, para desempeñar y promover con excelencia, funciones de docencia, investigación y extensión; los profesores de carrera están amparados por el régimen especial previsto por la Ley y aunque son empleados públicos, no son de libre nombramiento y remoción.

Las modalidades de selección de profesores con dedicación de tiempo completo o medio tiempo en carrera, están contenidas en el Acuerdo No 046 de 2021 del Consejo Superior. El programa de Ingeniería Biomédica podrá tener profesores en esta modalidad de acuerdo a los planes de vinculación institucional y la existencia de NN disponibles en la planta profesoral de la Universidad. Su proceso de vinculación se realiza mediante concurso público de méritos, teniendo en cuenta lo establecido en el Título II del Acuerdo del Consejo Superior No 046 de 2021.

Profesores ocasionales. Corresponde a la vinculación de profesores en aquellos casos en que, por las condiciones especiales y características específicas de la situación, se hace necesaria la vinculación transitoria de los candidatos sin convocatoria pública, podrán contratarse con dedicación de tiempo completo o medio tiempo, según las necesidades y para su vinculación se requiere justificación de la Unidad Académica que lo solicita, son estos casos:

- **Profesor Ocasional Especial:** Profesor que, por su especialidad, trayectoria, experiencia o por estar sus servicios patrocinados por una institución nacional o extranjera, solamente admite esta

alternativa de vinculación. Su formación debe ser doctoral y tener una amplia experiencia en docencia, investigación y consultoría en el área de conocimiento para el cual será contratado.

- **Profesor Ocasional Temporal:** Profesor que cumple con las necesidades identificadas por el Claustro de Profesores, para suplir insuficiencias de personal docente y programas especiales de carácter temporal. Debe tener como mínimo una formación equivalente al máximo título que ofrece la Unidad Académica donde será contratado.

Profesor de cátedra. El profesor de cátedra de la UIS, es la persona natural con alto sentido de pertenencia y compromiso institucional contratada por la Universidad para desempeñar funciones docentes, con nivel de excelencia personal, profesional y ética, orientadas al logro de la Visión, Misión y Objetivos Institucionales. Desempeña actividades docentes de manera temporal, su vinculación se hace mediante un contrato de trabajo especial para profesores cátedra, por término de duración del periodo académico o por el menor tiempo que se requiera[58]. Los profesores cátedra no son empleados públicos ni trabajadores oficiales.

En este marco, se presentan en la Tabla 43 los profesores que darán soporte al desarrollo del programa de Ingeniería Biomédica dada su formación, experiencia e interés en el desarrollo de programas innovadores en la Universidad. Se incluye además la posibilidad de participación en el programa de profesores externos para el desarrollo de cátedras magistrales, acompañamiento a proyectos de investigación y como evaluadores de trabajos de grado.

Tabla 43. Profesores UIS de soporte ela programa

Profesor	Formación	Tipo de vinculación	Desarrollo pedagógico y experiencia laboral e investigativa	Unidad Académico - Administrativa
Lola Xiomara Bautista Rozo	Doctora en Automatización y Procesado de Señal e Imagen	Planta	Con formacion pedagógica reciente en: Teorías y principios de aprendizaje, Diseño Curricular, Fundamentals of Program Assessment workshop, (Desarrollado durante el ABET Symposium en Dallas, USA) y Curso de formación docente para la enseñanza apoyada con TIC Su desempeño laboral ha sido principalmente en el área de investigación y desarrollo (R&D), tanto en el sector productivo como en el académico. Entre los años 2003 y 2004 estuvo vinculada como ingeniera de investigación con el Centro de Estudios Regionales (CER) en proyectos para Ecopetrol y el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software (CIDLIS) en proyectos de auditoría para el sistema de elecciones de la Registraduría Nacional del Estado Civil. Una vez concluida su maestría en Ingeniería de Computadoras de la Universidad de Puerto Rico, Mayagüez Campus (UPRM), del año 2007 al 2010 trabajó para Hewlett-Packard Laboratories en Palo Alto, CA, USA, en donde participó en el proyecto de monitorización de fallas de centros de datos aplicando minería de datos, en colaboración con el Centro de Investigación y Desarrollo de la UPRM. Se encuentra vinculada con la Universidad Industrial de Santander desde el año 2011, adscrita a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, donde ha dirigido las asignaturas de Análisis Numérico, Matemáticas Discretas, Tratamiento de Imágenes, Tratamiento de Señales e Informática Biomédica.	Escuela de Ingeniería de Sistemas
Fabio Martínez Carrillo	Doctor en Ingeniería	Planta	Con formacion pedagógica reciente en: Proyecto institucional y modelo pedagógico, Evaluación por	Escuela de Ingeniería de

[58] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No 068 de 2008. Reglamento de profesor cátedra. Artículo 2.

Profesor	Formación	Tipo de vinculación	Desarrollo pedagógico y experiencia laboral e investigativa	Unidad Académico - Administrativa
			competencias, Funcionalidades de la plataforma Moodle, Curso de formación docente para la enseñanza apoyada con TIC. Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad Industrial de Santander. Hace parte del grupo de investigación Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory – BIVL2ab (clasificación Colciencias B). Es doctor en ciencias de la computación y magíster en ingeniería biomédica. En el pasado, realizó un posdoctorado en la U2IS (ENSTA-ParisTech) - LIMSI-CNRS (Université Paris-Sud) of Université de Paris-Saclay en visión por computador, orientado al análisis de video, reconocimiento de acciones y problemas de clasificación y predicción. También ha trabajado en diferentes grupos de investigación como CIM@LAB laboratory and BioIngenium Research Group, Bogotá – Colombia, in Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image, Université de Rennes 1. Rennes- Francia and Laboratoire d'Electronique et Informatique. ENSTA-ParisTech. Paris-Francia. Sus mayores intereses son el aprendizaje de máquina, los modelos de aprendizaje profundo, el análisis de imágenes médicas y el reconocimiento y análisis de video.	Sistemas
David Alejandro Miranda Mercado	Doctor en Ciencias Químicas	Planta	Su experiencia profesional incluye aspectos académicos como profesor en todos los niveles de formación universitaria (pregrado, maestría y doctorado), investigador Senior Colciencias y se ha desempeñado en diferentes cargos administrativos en la Universidad Industrial de Santander: vicerrector de investigación y extensión, Decano de la Facultad de Ciencias, y subdirector académico del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia, iPred. Las áreas de actuación de David A. Miranda están vinculadas con las Ciencias Naturales (Ciencias Físicas, Ciencias Biológicas y Ciencias Químicas), la Ingeniería y Tecnología (Nanotecnología, Nanomateriales e Ingeniería Médica) y la Educación. Las líneas de investigación de su interés se centran en: Biotecnología médica y Bioingeniería; Nanociencias; Modelado y Simulación; Obtención, Caracterización y Evaluación de Materiales y estrategias pedagógicas mediadas por TIC. https://orcid.org/0000-0003-3130-3314	Escuela de Física
Natalia Rocío Moreno Castellanos	Doctora en Ciencias Básicas Biomédicas	Planta	Tiene maestría en biología celular, molecular y genética y Doctorado de la Universidad de Córdoba España. Tiene amplia experiencia en investigación relacionada con el tratamiento, prevención y promoción de enfermedades metabólicas desde diferentes líneas de trabajo dentro de las que se destacan: Desarrollo de nutraceuticos, desarrollo de alimentos funcionales, desarrollo de dispositivos y biomateriales, evaluación biológica de compuestos naturales, desarrollo de nuevos fármacos. Ha publicado más de 30 artículos científicos en revistas internacionales, dirigido más de 5 tesis de posgrado a diferentes niveles y participado en más de 80 congresos a nivel mundial.	Departamento de Ciencias Básicas
Diego Fernando Villegas Bermúdez	Doctor en Ingeniería Mecánica	Planta	Formación complementaria en diseño de cursos y mediación, uso de las bases de datos y recursos electrónicos como herramientas básicas para la recuperación de información científica, experiencias exitosas en la implementación de TIC en docencia, escribir para publicar, Capacitación en proyecto institucional UIS, diplomado en bio-negocios y estrategias para la práctica docente. Experiencia docente en la Universidad Industrial de Santander, Universidad de Turabo. Experiencia en PMS DE COLOMBIA y TECNOSUR. https://orcid.org/0000-0002-2859-968X.	Escuela de Ingeniería Mecánica
Octavio Andrés	Doctor en Ingeniería	Planta	Formación complementaria en estrategias docentes,	Escuela de Ingeniería

Profesor	Formación	Tipo de vinculación	Desarrollo pedagógico y experiencia laboral e investigativa	Unidad Académico - Administrativa
González Estrada	Mecánica		formulación de proyectos de investigación, escritura de artículos en inglés y funcionalidades de la plataforma Moodle – UIS. Activo en líneas de investigación de Estimación del Error y Mecánica computacional. Merecedor de: Reconocimiento por gestión editorial, Revista UIS Ingenierías, 2016. Tesis Doctoral Sobresaliente Cum Laude, Universidad Politécnica de Valencia, 2010. Experiencia en actividades de administración, investigación y docencia en Universidad Industrial de Santander. https://orcid.org/0000-0002-2778-3389	Mecánica
Ana Beatriz Ramírez Silva	Doctora en Ingeniería Electrónica	Planta	Con formacion pedagógica reciente en: Formación docente para la enseñanza apoyada en TIC, Inducción a Procesos Pedagógicos y Aprendiendo a Aprender. Realizó su master en Ciencias de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Puerto Rico y desarrolló su doctorado en la Universidad de Delaware en el área de procesamiento de señales. Con experiencia docente de más de 13 años, enfoca su área de investigación en Procesamiento de señales, Muestreo comprimido y Redes de Sensores Inalámbricos. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15923589000	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Jorge Villamizar Morales	Doctor en Ciencias Aplicadas	Planta	Con formacion pedagógica reciente en formación docente para la enseñanza apoyada en TIC. Cuenta con experiencia docente de más de 15 años donde ha desempeñado como roles como director de la Escuela de Matemáticas, coordinador académico y coordinador del área de ecuaciones diferenciales. Su interés de investigación son las matemáticas aplicadas y ciencias de la computación. https://orcid.org/0000-0002-0182-7953	Escuela de Matemáticas
Jorge Eduardo Quintero Muñoz	Especialista en Telecomunicaciones	Cátedra	Ingeniero Electricista, egresado de la Universidad Industrial de Santander. Especialista en Telecomunicaciones UIS. Habilidad en el diseño, desarrollo e innovación de tecnologías electrónicas para aplicaciones industriales (Instrumentación, Control, Automatización, Electrónica de Potencia) y médicas (Monitores de signos vitales, Electrocirugía, Electroterapia, Magnetoterapia, Ingeniería de Rehabilitación, Telemedicina). Como proyecto de grado en Ingeniería Eléctrica, diseñó y construyó el primer bisturí electrónico para cirugía hecho en Colombia y como trabajo de grado en la especialización en Telecomunicaciones, diseñó un sistema para transmitir electrocardiogramas a través de las redes de telefonía móvil. Cuenta con experiencia en docencia universitaria desde 1993 (UTS, UMB, UIS, UNAD y UDES), amplia experiencia en la educación virtual, diseñando, creando y dirigiendo cursos virtuales, dirección de más de 20 proyectos de investigación, experiencia como directivo universitario desde 2006 a 2013 con la Universidad Manuela Beltrán como Director del Programa de Ingeniería Biomédica. Miembro fundador y actual Secretario de la Asociación Colombiana de Bioingeniería y Electrónica Médica (ABIOIN)	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Fuente: elaboración propia

Para la vinculación de los demás profesores al programa se tendrá en cuenta que éstos deben tener formación posgraduada en el área de la Ingeniería Biomédica, además de experiencia en por lo menos una de las áreas de énfasis definidas.

8.1.2 Plan de vinculación de profesores

Según lo definido en el Capítulo II del plan de vinculación de profesores del Acuerdo del Consejo Superior No 045 de 2020[59] la vinculación de profesores en la modalidad Ocasional (Especial, Temporal y de Sede Regional), el Director de escuela, Departamento, o Coordinador del Programa, solicitará al Decano de la Facultad, la provisión del cargo o cargos existentes vacantes en la planta de personal docente, con la correspondiente justificación y perfil requerido, según lo establecido en el reglamento. Para la vinculación de profesores en las modalidades de jóvenes talentos o concurso general, el Director de la unidad académico-administrativa, previa decisión del Consejo de la Unidad respectiva, solicitará al Vicerrector Académico la inclusión de los perfiles en la convocatoria a concurso público.

Para el programa de Ingeniería Biomédica, se proyecta contratar profesores en la modalidad de profesor de planta y profesor de cátedra. La selección de los profesores para el desarrollo de actividades de docencia, investigación y extensión, se realizarán teniendo en cuenta el avance general del plan de estudios. Las actividades académicas son proyectadas para cada profesor, teniendo en cuenta las áreas de conocimiento en las que se integran las mismas y el periodo de inicio de las actividades académicas en la evolución del programa.

Para los profesores cátedra, la unidad académica, que para el caso del programa de Ingeniería Biomédica es la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática deberá definir las áreas de desempeño a convocar, y remitirlas a la Vicerrectoría Académica, en la definición del área de desempeño se deben precisar las actividades académicas relacionadas con el área. La Vicerrectoría presentará al Consejo Académico la propuesta de convocatoria pública especificando las áreas de desempeño, los requisitos, los documentos soporte de la solicitud de inscripción a la convocatoria y el cronograma a seguir, según lo contemplado en la normatividad institucional.

Consciente de la necesidad de contar con recurso humano pertinente con la misión, visión y demás objetivos institucionales, la UIS realiza de forma permanente convocatorias docentes para identificar y captar el capital académico idóneo que apoye todas las actividades referentes a los ejes misionales universitarios de formación, investigación y extensión.

Esta convocatoria para profesores cátedra, se realiza todos los semestres en la UIS, a través de una convocatoria de candidatos para inclusión en el banco de elegibles para profesores de cátedra, la cual se realiza de manera pública y abierta dirigida a los interesados que quieran participar y de acuerdo con los requerimientos específicos del programa académico; este procedimiento institucional está descrito en el Sistema Integrado de Gestión -Talento Humano / Asuntos de Personal Docente - Procedimiento para la selección de docentes cátedra[60], procedimiento que será utilizado en el programa de Ingeniería Biomédica para ampliar permanentemente el grupo de docentes cátedra que atenderá las actividades de docencia, investigación y extensión.

[59] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No 045 de 2020.

[60] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Procedimiento para la selección de docentes cátedra - PTH.06, 2015.

8.1.3. Evidencias del cumplimiento de las políticas institucionales, que den cuenta de que el número de profesores es el requerido para atender las condiciones de calidad de aspectos curriculares; organización de las actividades académicas y proceso formativo; investigación-innovación y relación con el sector externo

Como política institucional, la Universidad realiza periódicamente una convocatoria pública a concurso profesoral para seleccionar profesores de carrera, con el propósito de proveer los cargos vacantes en cada unidad académica; garantizar los procesos de renovación generacional, a partir de la jubilación de los profesores, así como, cubrir las necesidades de vinculación de profesores para los programas en proceso de creación.

Los profesores que se vincularán al programa de Ingeniería Biomédica están debidamente proyectados de acuerdo con los lineamientos institucionales de profesores de planta, profesores ocasionales y profesores cátedra, cuyos perfiles cumplen con características académicas, profesionales y pedagógicas para atender las actividades misionales de formación investigación y extensión.

8.2. PERFILES DE LOS PROFESORES

8.2.1. Descripción de procesos para formulación y actualización de perfiles

De acuerdo con lo definido en el artículo 5 y 6 del Reglamento para la selección de profesores, aprobado mediante Acuerdo del Consejo Superior No. 046 de 2021, el perfil docente es la expresión de las necesidades académicas de la unidad, definida en términos de las áreas de desarrollo académico, científico-tecnológico, profesional y las competencias generales que permitan el desempeño de las funciones misionales.

El perfil docente que se va a convocar en las modalidades de jóvenes talento o concurso general debe ser consistente con el Proyecto Institucional, los lineamientos del Consejo Académico, las competencias de los planes de estudios o programas, los planes de mejoramiento resultado de procesos de acreditación y los grupos de investigación. El perfil docente es propuesto por el claustro de profesores y avalado por el Consejo de la unidad académico-administrativa a la que va a estar adscrito el profesor o a la que esté adscrita la unidad académico-administrativa.

Para la vinculación de los profesores en la Universidad, cada unidad académica debe definir los perfiles profesorales, especificando la modalidad de selección; el área disciplinar; titulación requerida, experiencia y competencias y, las áreas de desarrollo académico.

8.2.2 Descripción de los perfiles requeridos para los profesores que atenderán las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión.

El perfil académico requerido para las actividades académicas del programa Ingeniería Biomédica, se específica en la Tabla 44.

Tabla 44. Perfiles docentes requeridos en el programa

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
Introducción a la ingeniería Biomédica	Profesional con título académico en Ingeniería. Con estudios	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de	Tres (3) años de experiencia certificada como	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio	Manejo de software especializado en el área de desempeño.

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
	de posgrado en Ingeniería Biomédica o áreas relacionadas con este objeto del conocimiento.	desempeño	docente universitario	Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Bioquímica	Químico o Bioquímico. PhD o Doctor en Bioquímica.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Cálculo de funciones en una variable	Licenciado en matemáticas, Matemático o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Introducción al Álgebra Lineal	Licenciado en matemáticas, Matemático o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Cátedra UIS	Filósofo, Licenciado en idiomas o áreas afines al lenguaje.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Cálculo de funciones en varias variables	Licenciado en matemáticas, Matemático o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Mecánica - Laboratorio de mecánica	Licenciado en Física, físico o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Biología Celular y Molecular	Bacteriólogo Maestría en biología celular. PhD o Doctor en ciencias biomédicas o Biomedicina.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
Modelado asistido por computador CAD	Ingeniero	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Lengua Extranjera I: inglés	Licenciado en idiomas o suficiencia en el idioma inglés avalada por el Instituto de Lenguas de la UIS	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Ecuaciones diferenciales	Licenciado en matemáticas, Matemático o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Electro-magnetismo	Licenciado en Física, físico o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje.
Fisiología I	Fisioterapeuta . Maestría en fisioterapia o rehabilitación. Preferiblemente con Doctorado	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Programación	Ingeniero de sistemas con posgrado en sistemas	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Biotecnología en Salud	Bacteriólogo Maestría en biología celular. PhD o Doctor en ciencias biomédicas o Biomedicina.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Lengua Extranjera II:	Licenciado en idiomas o	Dos (2) años de	Un (1) año de experiencia	Un (1) año de vinculación en	Acreditar al menos 60 horas	Habilidad en el

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
inglés	suficiencia en el idioma inglés avalada por el Instituto de Lenguas de la UIS	experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	certificada como docente universitario	proyectos de investigación e innovación	en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Bioestadística	Título de pregrado en Ingeniería, Matemáticas, Estadística, Economía, Medicina. Título de Posgrado Doctorado en Estadística, Matemática, Informática y afines o Epidemiología	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje. Manejo de software especializado: Python y Julia
Fenómenos de transporte	Licenciado en Física, físico o Ingeniero.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de ambientes virtuales de aprendizaje. Conocimientos en Matlab.
Fisiología II	Fisioterapeuta . Maestría en fisioterapia o rehabilitación. Preferiblemente con Doctorado	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Ciencia de los materiales	Título de pregrado en Ingeniería Metalúrgica o de Materiales, o Título de Posgrado en Ingeniería de Materiales.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	Ingeniero eléctrico, ingeniero electrónico con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Estructura de datos	Ingeniero de Sistemas, con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferenci

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
				acuerdo con escala Publindex		a y ambientes virtuales de aprendizaje.
Lengua Extranjera III: inglés	Licenciado en idiomas o suficiencia en el idioma inglés avalada por el Instituto de Lenguas de la UIS	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Procesamiento de Señales Multidimensionales	Ingeniero eléctrico, ingeniero electrónico con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Biomateriales	Profesional con título de pregrado en Ingeniería y doctorado en el área de biomateriales.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Bases de datos	Ingeniero de Sistemas, con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Lengua Extranjera IV: inglés	Licenciado en idiomas o suficiencia en el idioma inglés avalada por el Instituto de Lenguas de la UIS	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Gestión de proyectos	Ingeniero o profesional con posgrado en áreas relacionadas.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación Manejo de software especializado en Proyectos.
Gestión tecnológica hospitalaria	Ingeniero biomédico o profesional del área de la	Tres (3) años de experiencia certificada en	Tres (3) años de experiencia certificada	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación	Manejo de software especializado en el área de

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
	salud con posgrado en áreas afines	el área de desempeño	como docente universitario	innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Biomecánica	Profesional con título académico en Ingeniería, con formación en biomecánica.	No aplica	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	No aplica	Formación en cursos de al menos 120 horas cuya finalidad sea la formación de competencias para la gestionar o implementación de programas o proyectos de docencia.	Manejo de herramientas ofimáticas y Matlab.
Diseño de sistemas digitales y embebidos	Ingeniero eléctrico, ingeniero electrónico con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Inteligencia Artificial y Big Data	Profesional con título académico en Ingeniería, con posgrado en ingeniería de sistemas, ciencias de la computación o afines.	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Diseño en Ingeniería I	Ingeniero biomédico o afines con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Modelado de sistemas biomédicos	Ingeniero eléctrico, ingeniero electrónico con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	Ingeniero biomédico o profesional del área de la salud con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de

Nombre actividad académica	Formación Profesional	Experiencia Profesional	Experiencia Docente	Experiencia en Investigación e innovación	Formación Pedagógica	Competencias tecnológicas
				indexadas de acuerdo con escala Publindex	últimos 5 años	videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Diseño en Ingeniería II	Ingeniero biomédico o afines con posgrado en áreas afines	Tres (3) años de experiencia certificada en el área de desempeño	Tres (3) años de experiencia certificada como docente universitario	Tres (3) años de vinculación en proyectos de investigación e innovación Publicaciones en revistas indexadas de acuerdo con escala Publindex	Acreditar al menos 160 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Manejo de software especializado en el área de desempeño. Manejo de plataformas de videoconferencia y ambientes virtuales de aprendizaje.
Formación empresarial	Ingeniero o profesional con posgrado en áreas relacionadas.	Dos (2) años de experiencia certificada en el área de desempeño, o docente en el área de desempeño	Un (1) año de experiencia certificada como docente universitario	Un (1) año de vinculación en proyectos de investigación e innovación	Acreditar al menos 60 horas en cursos de formación para el ejercicio de la docencia realizadas en los últimos 5 años	Habilidad en el uso de herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación Manejo de software especializado en Proyectos.

Fuente: elaboración propia

8.3. ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES

8.3.1. Descripción de los procesos de formulación, seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades de los profesores

El Reglamento del Profesor de la Universidad Industrial de Santander[61], establece que para el cumplimiento de su misión el profesor de la Universidad desarrollará actividades de docencia, investigación, extensión, administración y dirección universitaria. Los profesores de la Universidad pueden tener actividad académica en programas de pregrado y posgrado. En cuanto a la docencia, esta se desarrolla en forma directa e indirecta.

Todo profesor de carrera deberá ejercer docencia directa en cada período académico. Las actividades de docencia directa incluyen:

- Dirección de actividades académicas.
- Consultoría, asesoría y tutoría a estudiantes.
- Enseñanza, dirección y supervisión personal a grupos de estudiantes en laboratorios, talleres, campos deportivos, escenarios, centros de prácticas y demás lugares debidamente programados por la Universidad.
- Dirección y calificación de trabajos de grado.

Las actividades de docencia indirecta incluyen:

- Dirección de Centros de Investigación.

[61] Universidad Industrial de Santander. Reglamento del Profesor. 2010.

- Participación en comités curriculares y académicos. Comités Editoriales de revistas y publicaciones técnicas y científicas, debidamente autorizados por la Universidad.
- Participación solicitada por la Universidad en proyectos de reforma académica, administrativa, programas de extensión, educación continuada y otros.

La actividad docente del profesor tendrá en cuenta la responsabilidad de las escuelas, departamentos o programas con los planes de investigación, educación continua y extensión que éstos atiendan dentro y fuera de la Universidad y, se cuantifica en puntos de actividad docente (PAD), de acuerdo con las ponderaciones establecidas en la Universidad. Para efectos de la cuantificación de la actividad docente, se asignará un (1) PAD por hora dedicada a cada una de las actividades de docencia directa mencionados anteriormente.

Por dirección de proyectos de grado, monografías y tesis de posgrado se asignarán las siguientes ponderaciones:

- Trabajos de grado y monografía: 1 PAD por la dirección de cada trabajo.
- Tesis de Maestría: 3 PAD por la dirección de cada Tesis.
- Tesis Doctoral: 4 PAD por la dirección de cada Tesis.

Por actividades de investigación se asignarán las siguientes ponderaciones:

- Financiadas por entidades externas, 10 PAD
- Financiación interna, 7 PAD
- Director de grupo de investigación, 2 PAD
- Director de Centro de Investigación, 10 PAD

El director del proyecto de investigación distribuye los PAD asignados al proyecto entre algunos o todos los investigadores participantes en el mismo, ningún profesor, incluido el director, puede tener un semestre del 50% de la bolsa de PAD asignada.

Por actividades de docencia indirecta se asignarán las siguientes ponderaciones:

- Participación regular en comités curriculares y académicos debidamente autorizados por la Universidad: 1 PAD.
- Editor de publicaciones periódicas reconocidas por la institución: hasta 5 PAD, dependiendo de la periodicidad de la publicación.
- Participación regular en proyectos de extensión universitaria y asesoría a entidades externas debidamente autorizadas por la Universidad y sin remuneración adicional hasta 3 PAD.
- Participación solicitada por la Universidad en proyectos de reforma académica, administrativa, programas de extensión, educación continuada y otros hasta 2 PAD.

Un profesor de tiempo completo debe registrar como mínimo 20 PAD y 40 horas semanales de trabajo. Sin perjuicio de la libre iniciativa personal, la Universidad establece un marco de opciones para el desempeño del profesor en diferentes actividades, según su categoría en el escalafón docente:

- El profesor en las categorías de Auxiliar y Asistente le compete participar en actividades de perfeccionamiento docente, docencia directa e indirecta, investigación y extensión.
- Al profesor asociado, además de las funciones de docencia directa e indirecta, investigación y extensión, le compete participar y dirigir actividades de planeación curricular, asesoría académica a los profesores de menos experiencia y desempeñar los cargos de representación profesoral y dirección académica y administrativa previstos en el Estatuto General y los reglamentos de la Universidad.
- Al profesor Titular, además de las funciones asignadas al Profesor asociado, le compete servir de consultor de la institución en la definición de políticas generales y de máximo exponente de la producción cultural, científica y tecnológica de la Universidad ante la comunidad nacional e internacional[62].

Las actividades docentes que debe cumplir un profesor durante cada período académico se establecen de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- El director de Escuela o Departamento programará las actividades de docencia directa e indirecta de cada uno de los profesores.
- El profesor ingresa al sistema, verifica las actividades, registra el horario semanal y realiza el reporte de la actividad académica por medio del "Sistema para el Registro de la Actividad Académica". Este sistema permite consultar en línea las actividades académicas asignadas, los trabajos de grado, los trabajos de investigación, las actividades académico-administrativas, y otras actividades asignadas a cada profesor. Las actividades que podrán ser registradas son aquellas que se encuentren con fechas vigentes en el momento de diligenciamiento del formulario de la actividad académica. De acuerdo con la normatividad vigente, Acuerdo del Consejo Superior No. 003 de 2018, el plazo máximo para el registro de las actividades de los profesores en el Módulo para el Registro de la Actividad Académica será hasta la finalización de la primera semana de haber iniciado las clases.
- El profesor envía la actividad académica diligenciada al Director de Escuela o Director de Departamento, quien es el encargado de verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente y de la programación acordada previamente con el profesor.
- El director de Escuela o Director de Departamento, envía el formulario de Actividad Académica al Decano, quien es el encargado de verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente.
- El Decano después de verificar el cumplimiento de la normatividad, aprueba la actividad académica y ésta será considerada norma de trabajo para el semestre académico correspondiente. El plazo máximo para la aprobación definitiva será hasta la finalización de la tercera semana de haber iniciado las clases del respectivo período académico, según las fechas establecidas en el calendario académico.

8.3.2. Cobertura prevista de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa académico, relacionadas con el grupo de profesores

Dada su naturaleza como programa subsidiado, el programa de Ingeniería Biomédica sustentará sus labores formativas y académicas en docentes de carrera adscritos a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y a otras Escuelas de la Universidad como se mostró en la Tabla 43. Las labores científicas son apoyadas por los grupos de investigación de soporte y por los profesores que desarrollan

[62] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 063 de 1994. Reglamento del Profesor. (Compilación de Normas Vigentes a Junio de 2010). Título IV, Título V, Capítulo IV.

proyectos de investigación y extensión. Las labores culturales y demás actividades de formación integral se abordan desde el macro-currículo donde se tienen específicamente designadas las unidades administrativas encargadas de la realización de las actividades que promueven la identidad y cultura de la comunidad.

8.4. PERMANENCIA, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN PROFESORAL

La labor de formación universitaria compromete a las instituciones en el cumplimiento de tres grandes funciones como son la docencia, la investigación y la proyección a la comunidad, las cuales ejecuta a través del profesor en los diferentes momentos de formación profesional. La integración de estas tres funciones implica que el profesional dedicado a la labor educativa necesita de programas de actualización y capacitación que desarrollen su habilidad para planificar y proporcionar al estudiante, experiencias tanto intelectivas como vivenciales que lo pongan en contacto con el conocimiento científico y tecnológico y con la realidad de su medio.

8.4.1. Descripción de estrategias y acciones que promuevan la permanencia de los profesores

La permanencia del cuerpo docente de la institución está basada en el Artículo 82 del Estatuto General de la Universidad, donde se establece que el escalafón docente es el sistema que tiene establecido la Universidad para clasificar a sus profesores de acuerdo con sus méritos académicos, su producción intelectual y su antigüedad. En el Reglamento del profesor de la Universidad Industrial de Santander, en el título V, capítulo II, III y IV[63], se define el escalafón docente, la estabilidad o tenencia según las funciones asignadas al profesor de acuerdo con su categoría. El escalafón docente de la Universidad comprende cuatro categorías que son: Profesor Auxiliar; Profesor Asistente; Profesor Asociado y Profesor Titular.

Para el ascenso de un profesor en el escalafón, se tiene en cuenta la producción intelectual que esté directamente relacionada con su campo de desempeño como docente en la institución y los resultados de la evaluación del desempeño docente. La categoría en el escalafón docente es un reconocimiento que la Universidad hace al profesor por su desarrollo y se refleja en la estabilidad conferida, en las funciones asignadas y en la asignación de salarios.

Los profesores de carrera tienen derecho a los siguientes períodos de estabilidad o tenencia según su categoría. El profesor auxiliar por períodos sucesivos de dos (2) años calendario; el profesor asistente por períodos sucesivos de tres (3) años calendario; el profesor asociado por períodos sucesivos de cuatro (4) años calendario y el profesor Titular por períodos sucesivos de cinco (5) años calendario.

El consejo de escuela analiza los resultados de las evaluaciones del profesor durante toda su permanencia en la Universidad, su producción intelectual y su avance en la carrera docente. Con base en lo anterior, formula una recomendación de renovación o no renovación de la tenencia, mediante acta firmada por sus integrantes y notifica al profesor acerca del resultado de la evaluación de la tenencia. En caso de no estar conforme con el resultado, el profesor podrá apelar ante el Consejo de Facultad, allegando las pruebas que considere pertinentes, dentro de los siguientes siete días calendario

[63] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 063 de 1994. Reglamento del Profesor. (Compilación de Normas Vigentes a junio de 2010). Título V, Capítulo II, III y IV. Pág. 11-13.

y este Consejo resolverá la apelación solicitada. El Decano envía toda la documentación al Rector quien, con base en lo actuado, decidirá sobre la renovación de la tenencia del profesor.

La Universidad establece un marco de opciones para el desempeño de los profesores en diferentes actividades, según su categoría en el escalafón docente. Al profesor en las categorías de Auxiliar y Asistente le compete participar en actividades de perfeccionamiento docente, docencia directa e indirecta, investigación y extensión. Al profesor Asociado, además de lo anterior, le compete participar y dirigir actividades de planeación curricular, asesoría académica a los profesores de menor experiencia y desempeñar los cargos de representación profesoral y dirección académica y administrativa previstos en el Estatuto General y los reglamentos de la Universidad. Al profesor Titular, además de las funciones asignadas al Profesor Asociado, le compete servir de consultor de la institución en la definición de políticas generales y de máximo exponente de la producción cultural, científica y tecnológica de la Universidad ante la comunidad nacional e internacional.

Una de las políticas institucionales que asegura la permanencia del profesorado es la posibilidad de ascender en el escalafón una vez se haya cumplido satisfactoriamente el año de prueba y la posibilidad de ascenso en el mismo, que conlleva a una mejora salarial a través del reconocimiento económico de la producción intelectual establecido por el decreto 1279 y el reglamento de profesores no acogidos a este régimen. Otros beneficios que brinda el hecho de ser profesor de la Universidad es el derecho a contar con comisiones para adelantar estudios de posgrado, participar en actividades de perfeccionamiento docente, programas de actualización de conocimientos y perfeccionamiento académico, humanístico, científico, técnico y artístico, de acuerdo con los planes y políticas de la Institución y de la Unidad Académica y los intereses del profesor.

Otros incentivos para los docentes son el derecho a disfrutar de año sabático y recibir puntos salariales por desempeño docente destacado de acuerdo con la reglamentación vigente. También puede solicitar y recibir apoyo institucional para la presentación de propuestas de investigación y extensión, ante organismos externos a la Universidad. Otra forma en la cual se reconocen los méritos de los docentes es mediante distinciones académicas como Profesor Distinguido, Emérito y Laureado.

En lo referente a los Profesores Cátedra, en el Reglamento del Profesor Cátedra de la UIS y sus respectivos modificativos (Acuerdo No. 033 de junio 19 de 2009 del Consejo Superior y el Acuerdo No. 053 de octubre 17 de 2014 del Consejo Superior) establecen los requisitos que deben cumplir los candidatos para inscribirse en las convocatorias para conformar la base de profesores de cátedra elegibles en la Universidad, qué criterios se tiene en cuenta para la evaluación de la hoja de vida de los candidatos y los criterios para la selección e inclusión en la base de profesores cátedra elegibles.

Respecto a la promoción de los profesores cátedra, estos también cuentan con un escalafón docente claramente definido y reglamentado, como se puede evidenciar en el Reglamento del Profesor de Cátedra Universidad Industrial de Santander; dejando en claro que la clasificación del profesor cátedra es el ordenamiento por categorías de los profesores de cátedra de la Universidad, atendiendo a los méritos alcanzados por escolaridad, experiencia docente y desempeño académico en la UIS. Esta clasificación, comprende cuatro categorías que son: Profesor de cátedra auxiliar; Profesor de cátedra asistente; Profesor de cátedra asociado y Profesor cátedra titular. En el Capítulo IV, del Reglamento

del Profesor de Cátedra Universidad Industrial de Santander[64], se establecen los requisitos que deben cumplir los profesores cátedra para hacer el tránsito secuencial por las categorías.

Periodo de Prueba y Evaluación del Personal Docente

A través del Acuerdo del Consejo Superior No. 040 del 7 de octubre de 2021, la UIS define el periodo de prueba del personal docente de la Universidad, como los dos (2) primeros años de servicio del profesor vinculado a la institución, que se contarán a partir del día de la posesión en el respectivo cargo ante la autoridad competente. Este período es un tiempo durante el cual el profesor llevará a cabo su proceso de adaptación a la institución, en el cual se apropiará del Proyecto Institucional, de la Reglamentación y del conocimiento institucional. Asimismo, el profesor dispondrá de espacios para la cualificación y el mejoramiento de las competencias para la docencia universitaria y se incorporará a un grupo de investigación. Durante este período se surtirá el proceso de evaluación de desempeño del profesor y del logro de los compromisos adquiridos al momento de la vinculación.

El director de la unidad y el profesor en período de prueba formularán el Plan de Actividades para el período de prueba, en el cual se establecen los compromisos relacionados con las actividades de docencia, investigación y extensión solidaria, así como lo concerniente a la adaptación, conocimientos institucionales y lengua extranjera o española según el caso. Durante el periodo de prueba el profesor no pertenece al escalafón docente de la Universidad, no ejercerá cargo administrativo ni asumirá responsabilidad administrativa alguna, ni representaciones ante instancias universitarias, su contratación se asimilará a una categoría del escalafón docente únicamente para efectos salariales.

Así mismo, en dicho Acuerdo se establece la periodicidad con que se realizará la evaluación del desempeño del profesor en periodo de prueba, la cual se realizará en tres (3) momentos, que son los meses seis (6), catorce (14) y la evaluación final al mes veintidós (22). De igual manera, se menciona qué factores se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño y las acciones a tomar a partir de los resultados obtenidos en las evaluaciones.

En cuanto a los profesores cátedra, en el Reglamento del Profesor Cátedra se menciona que la evaluación aplicada al profesor cátedra hace parte del proceso de evaluación institucional y se concibe como un sistema de apreciación de la calidad del trabajo del profesor en el cargo y de su potencial de desarrollo. El profesor participará en la evaluación de su desempeño y en el proceso de evaluación institucional, y deberá ser informado oportunamente acerca de los resultados. Estos resultados de la evaluación del desempeño docente se tendrán en cuenta en el ingreso y la permanencia en la base de profesores de cátedra elegibles, en el ascenso en la categoría, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño.

8.4.2. Descripción de los procesos para formular, hacer seguimiento y evaluar el plan de desarrollo y capacitación de los profesores.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con políticas y estrategias en materia de desarrollo integral del profesorado adecuadas a las necesidades y propósitos del Programa. Estas involucran la formación integral e innovación pedagógica, que es uno de los enfoques estratégicos del Proyecto

[64] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo 068 de septiembre 19 de 2008. Reglamento del Profesor de Cátedra de la Universidad Industrial de Santander. Capítulo IV, Pág. 8-9.

Institucional[65], el Reglamento del profesor[66] y los Acuerdos del Consejo Superior que aprueban los planes de formación doctoral, posdoctoral, formación en lengua extranjera, año sabático, entre otros incentivos y facilidades económicas para los profesores que adelanten estos estudios. Los profesores de cátedra cuentan con posibilidades de realización de cursos cortos de formación pedagógica y actualización a nivel profesional. El plan de formación docente de la Universidad Industrial de Santander se define de manera periódica, en cumplimiento con los deberes organizacionales y los derechos de formación y actualización que adquieren los profesores al vincularse a la Institución. A continuación, se presenta el marco normativo definido para formular, hacer seguimiento y evaluar el plan de formación de los profesores:

- Artículo 55 del Acuerdo del Consejo Superior No. 063 del 5 de octubre de 1994: es un derecho del profesor participar en programas de actualización de conocimientos y perfeccionamiento académico, humanístico, científico, técnico y artístico, de acuerdo con los planes y políticas de la Institución y los intereses del profesor.
- Artículo 2 del Acuerdo No. 63 del 27 de noviembre de 1996 emanado del Consejo Superior: establece que lo relacionado con la capacitación y perfeccionamiento docente, deberá ser avalado por el Consejo Académico, de conformidad con los reglamentos y normas de esta Institución.
- Acuerdo del Consejo Superior No. 086 de 2016 por el cual se aprueba el Reglamento de Comisión de Estudios para profesores inscritos en el Escalafón Docente de la Universidad: contempla que el programa para el cual se solicita la comisión debe estar incluido en el plan de formación profesoral vigente.

8.4.3. Plan de desarrollo y capacitación de los profesores

El programa de Ingeniería Biomédica brindará todas las herramientas y espacios necesarios para desarrollar y mejorar el nivel de cada docente, partiendo desde las políticas y planes institucionales en materia de formación y desarrollo integral del profesorado.

Plan institucional de formación de profesores 2021 – 2023

La Universidad Industrial de Santander, considerando de gran importancia la formación de sus profesores, para cualificar los procesos de docencia, investigación y extensión; define periódicamente un Plan Institucional de Formación Docente, para suplir las necesidades de formación y desarrollo académico de los profesores de las escuelas de las distintas facultades. Mediante Acuerdo del Consejo Superior No. 030 de 2022 se modificó el Plan Institucional de Formación de Profesores de Planta para el periodo 2021 - 2023[67]. Este plan resume las características generales de cada programa de la universidad, haciendo énfasis en los estudiantes matriculados, el número y formación de sus docentes y las necesidades que debe suplir.

Con base en este Plan Institucional, los profesores podrán solicitar comisión de estudios para cursar programas de doctorado o posdoctorado, en directa relación con el mejoramiento de la calidad académica de cada docente y, por tanto, del programa. De esta manera, resulta un plan de formación

[65] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 026 de septiembre 21 de 2018. Por el cual se aprueba el "Proyecto Institucional de la Universidad Industrial de Santander". Numeral 6.1.

[66] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 063 de 1994. Reglamento del Profesor. (Compilación de Normas Vigentes a junio de 2010). Artículos. 62-64.

[67] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander, Acuerdo No. 030 del 13 de junio de 2022. Por el cual se modifica el Plan Institucional de Formación de Profesores 2021 - 2023.

que responde a los lineamientos institucionales y a las necesidades tanto de los docentes, como del entorno.

Comisiones: la Universidad en cumplimiento de su misión, debe crear mecanismos adecuados para estimular el desarrollo de la carrera profesoral a través de la participación del profesorado en programas y actividades de actualización y perfeccionamiento académico, fundamentales para su formación avanzada y actualización permanente.

Las comisiones como un sistema de estímulos, busca mejorar las competencias académicas de los profesores, otorgándoles distintos beneficios por hacer uso de estas. En el Acuerdo No. 082 de 1991 del Consejo Superior y sus respectivos modificativos (Consejo Superior No. 086 de Julio 13 de 1993, el Acuerdo del Consejo Superior No. 062 de septiembre 20 de 2013 y el Acuerdo del Consejo Superior No. 038 de mayo 21 de 2010), se aprobó el reglamento para Comisiones de estudio y cursos de capacitación del personal docente de la Universidad. En dichos acuerdos se especifica el proceso de selección, requisitos, duración de las comisiones de estudio, las modalidades y otorgamiento de estas, las obligaciones y derechos del docente en comisión[68].

De igual manera, en el Acuerdo No. 084 de 2008[69] del Consejo Superior y su modificativo el acuerdo No. 093 de noviembre de 2015, modifican el régimen de comisiones de estudio en el exterior. Atendiendo al Plan de desarrollo institucional, en la dimensión del Talento Humano, en la que establece en el objetivo estratégico I, "Mejorar las Competencias Académicas de los Profesores", para lo cual contempla dos actividades estratégicas orientadas hacia la consolidación de un programa de capacitación en formación doctoral y la formación de investigadores de excelencia con capacidad de atender las necesidades de la región y el país. Es por esto que en dicho acuerdo se establecen los estímulos que se les otorgará a los profesores que encuentren en comisión de estudios de doctorado en el exterior, como son el pago de matrícula y derechos académicos, pasaje aéreo y una beca de estudios doctorales.

Año Sabático: a través del Acuerdo No. 037 de 2010[70], el Consejo Superior aprueba el Reglamento del Año Sabático, que se define como un período de tiempo que se concede a un profesor para que realice otras actividades inherentes a su profesión, generándose de esta manera espacios que fortalecen la actividad misional en beneficio de la Universidad. En este acuerdo, se definen los requisitos que debe cumplir el profesor para acceder al año sabático, las actividades que debe realizar el profesor en dicho año, y el procedimiento de inscripción y otorgamiento de este.

8.5. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PROFESORES

8.5.1. Articulación de la evaluación y seguimiento de profesores

En relación con la evaluación de los profesores, el Reglamento del Profesor (Acuerdo del Consejo Superior No. 063 de 1994), Título VII, establece el marco de referencia en los artículos 57 a 61, como sigue:

[68] Cfr.: CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 082 de octubre 25 de 1991. Por el cual se modifica la Reglamentación de Comisiones para realizar estudios de especialización.

[69] Cfr. CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 084 de noviembre de 2008. Por el cual se modifica el régimen de comisiones de estudio de doctorado en e l exterior.

[70] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 037 de mayo 21 de 2010. Reglamento del año Sabático.

Artículo 57. La evaluación del desempeño docente hace parte del proceso de evaluación institucional y se concibe como un sistema de apreciación de la calidad del trabajo del profesor en el cargo y de su potencial de desarrollo.

Artículo 58. El Consejo Académico establecerá las políticas generales de evaluación del desempeño docente y la reglamentación respectiva en cuanto a los entes encargados de realizar el proceso, los períodos de evaluación, los procedimientos y los instrumentos para realizarlo.

Artículo 59. El profesor participará en la evaluación de su desempeño y en el proceso de evaluación institucional, y deberá ser informado oportunamente acerca de los resultados.

Artículo 60. Los resultados de la evaluación del desempeño docente se tendrán en cuenta en el ingreso y ascenso en el escalafón docente, en la evaluación de la tenencia, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño.

Parágrafo. La evaluación del desempeño docente es condición necesaria para el trámite de los eventos referidos en este artículo.

Artículo 61. Los resultados de la evaluación del desempeño docente serán analizados por los Consejos de Escuela, de Facultad y Académico para la formulación de políticas y planes de desarrollo y perfeccionamiento académico a nivel institucional.

En concordancia, el Acuerdo No. 27 de 1996 del Consejo Académico aprueba el modelo de evaluación docente estableciendo que ella "se hace para asegurar la calidad y como estrategia de mejoramiento continuo"; el modelo considera la valoración de la actividad del profesor en relación con el dominio del saber, la formación para la investigación, el potencial de comunicación, la capacidad para integrar al estudiante a la vida institucional y formarlo como persona y ciudadano. En la evaluación participan los estudiantes y se realiza en cada periodo académico. El formulario vigente para esta evaluación fue ajustado en el 2007.

Como puede verse, la evaluación del desempeño docente se soporta primordialmente en la valoración semestral que realizan los estudiantes de la actividad de docencia directa de cada profesor. Buscando el mejoramiento continuo del proceso educativo, el Consejo Académico estableció, a partir del 2008, que los profesores, que hayan obtenido en los últimos tres (3) procesos de evaluación un promedio inferior a 70 puntos, deben analizar dichos resultados y, si es pertinente, definir un plan de mejoramiento docente.

Los resultados de la evaluación docente se tienen en cuenta en "el ingreso y ascenso en el escalafón docente, en la evaluación de la tenencia, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño".

Para los profesores cátedra, la evaluación docente está debidamente establecida en el Reglamento del Profesor Cátedra. "Los resultados de la evaluación del desempeño docente se tendrán en cuenta en el ingreso y la permanencia en la base de profesores de cátedra elegibles, en el ascenso en la categoría,

en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño".

8.5.2. Fortalecimiento de las competencias genéricas y pedagógicas de los profesores

En la Universidad existen mecanismos o medios para incentivar el desarrollo docente, tal como, el Centro Para El Desarrollo de la Docencia en la Universidad Industrial de Santander (CEDEDUIS), creado mediante Acuerdo No. 60 de agosto 11 de 1982 emitido por el Consejo Superior[71] orientado a la planeación, programación y ejecución de un programa permanente de mejoramiento de la docencia en la Universidad.

Es de resaltar que el CEDEDUIS según acuerdo del Consejo Superior No. 057 de 1994, como unidad académica y administrativa dependiente de la Vicerrectoría Académica, determina como sus funciones principales dirigir y evaluar el proceso permanente de análisis y renovación curricular y responder por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente. Es así como desde su creación, en 1982, ha asumido la responsabilidad de explorar nuevas acciones en la formación, el desarrollo y el perfeccionamiento continuo de los docentes, encaminadas a mejorar la calidad de la educación universitaria, el asesoramiento pedagógico, la innovación metodológica y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación como apoyo a la docencia[72]. Dada la importancia de centro, la institución consideró necesario plantear la creación de la Cátedra pedagógica CEDEDUIS, como una actividad académica de perfeccionamiento docente, esto con el fin de generar espacios de disertación, reflexión y participación sobre temáticas de actualidad e interés para la comunidad docente de la Universidad.

El CEDEDUIS aporta, de manera permanente, a la formación de docentes en la Institución, a través de programas de formación que van desde posgrados, talleres, actividades y procesos específicos solicitados. A continuación, se presentan los programas que ofrece el CEDEDUIS para fortalecimiento de las competencias pedagógicas y digitales de los docentes:

a) En cuanto a formación en competencias genéricas:
- Cátedra UIS Profesores: El CEDEDUIS desarrolla el componente de identidad institucional en el programa de inducción a profesores de reciente vinculación.

b) En cuanto a formación en competencias pedagógicas:
- Especialización en Docencia Universitaria: con objetivo de ofrecer un espacio para que los profesores universitarios construyan un saber pedagógico que les permita conocer, comprender y transformar su práctica docente.
- Cursos de Perfeccionamiento Docente: en cumplimiento de sus funciones misionales, el CEDEDUIS, responde por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente.

[71] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 060 del 11 de agosto de 1982. Por el cual se crea el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS- CEDEDUIS.
[72] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 242 de noviembre 10 de 2015. Por el cual se crea, instaura y reglamenta la Cátedra Pedagógica CEDEDUIS.

- Acompañamientos a procesos de diseño, rediseño y evaluación curricular: En cumplimiento de sus funciones misionales, el CEDEDUIS acompaña a los programas académicos en procesos de creación, diseño y rediseño de programas curriculares.

8.5.3. Consolidación de las habilidades de sociales, comunicativas y digitales que le permitan al profesor interactuar con los estudiantes y propiciar su proceso de aprendizaje

El Proyecto Institucional en sus diferentes enfoques da un lineamiento concreto frente al abordaje pertinente de las funciones misionales, hace un llamado al diseño de soluciones compartidas para atender prioridades nacionales y retos globales, resaltando la generación de espacios de interacción que permitan el reconocimiento, el análisis y la solución de los retos nacionales y locales y su compromiso con la sostenibilidad y la construcción de una sociedad democrática, multiétnica y multicultural.

De acuerdo con lo anterior, los espacios definidos (físicos y/o virtuales) para cada actividad académica permiten que el profesor interactúe con el estudiante fortaleciendo el trabajo colaborativo, transdisciplinario y garantizando el desarrollo de competencias a través de experiencias de aprendizaje vinculadas formalmente con asignaturas en el plan de estudios, o con espacios y experiencias de aprendizaje. Así mismo, en dicha interacción se aprende, se transfiere y se crea conocimiento mediado por tecnologías de la información y la comunicación.

- En cuanto a competencias en segunda lengua: Para el desarrollo de una segunda lengua, los docentes de la Universidad tienen acceso gratuito a los cursos que ofrece el Instituto de Lenguas; el Instituto cuenta con cursos de inglés, francés, portugués, italiano, alemán y, adicionalmente, español como lengua extranjera.

- En cuanto a competencias digitales:

  - Asesoría en la creación, actualización y mantenimiento de aulas virtuales de aprendizaje: en virtud del Acuerdo de Consejo Superior No. 051 d e 2009, y el Acuerdo de Consejo Académico No. 277 de 2011, el CEDEDUIS apoya el uso de estrategias didácticas que requieran el uso de TIC en el proceso de formación, a través de la plataforma Moodle, garantizando el soporte técnico y el talento humano capacitado, para atender las propuestas generadas desde cada una de las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad.

  - Curso de formación docente para la enseñanza apoyada con TIC: tiene como finalidad el fortalecimiento de conocimientos y habilidades relacionadas con esta temática, en el marco de las exigencias del contexto, tras la implementación del trabajo en presencialidad remota.

Ahora bien, en cuanto a la formación en competencias disciplinares de los docentes, la Universidad Industrial de Santander cuenta con el Plan Institucional de Formación de Profesores, mediante el cual se planea y, eventualmente, otorga comisiones de estudios (descarga de tiempo parcial o completo con salario fijo) para el curso de estudios doctorales o posdoctorales de los docentes.

9. MEDIOS EDUCATIVOS

9.1 SELECCIÓN Y COBERTURA DE MEDIOS EDUCATIVOS

Las actividades y experiencias de aprendizaje en el programa se soportarán en los recursos bibliográficos, recursos informáticos y sistemas para la gestión del aprendizaje y laboratorios descritos a continuación.

9.1.1 Dotación requerida para el desarrollo de las actividades que soportarán el proceso de formación

9.1.1.1. Recursos Bibliográficos

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una biblioteca ubicada en el campus central y la biblioteca de la Facultad de Salud, ambas dotadas con material bibliográfico actualizado en formato de papel y una colección importante de recursos electrónicos de alta calidad que abarcan todas las áreas del conocimiento: áreas de ciencias, ciencias biomédicas, tecnología, ciencias humanas, e ingenierías. Los servicios ofrecidos por ambas bibliotecas se presentan en la Tabla 45.

Tabla 45. Servicios biblioteca UIS

Servicio	Descripción
Referencia	Orientación al usuario y asesoría en la búsqueda bibliográfica, ubicación y manejo de fuentes de información.
Préstamo de material	Se realiza el préstamo de material interno para uso y estudio en las salas de lectura y externo para uso fuera de la biblioteca, el cual, es totalmente automatizado permitiendo la precisión en los procedimientos y agilidad en el servicio.
Catálogo de consulta en línea	El sistema de información de la Biblioteca (LIBRUIS) permite a los usuarios realizar las búsquedas de libros por título, autor y materia desde las terminales ubicadas dentro de la Biblioteca.
Difusión de la información	La biblioteca informa a la comunidad, acerca de la documentación recibida mediante alerta informativa a través de medios, diseminación selectiva de información (DSI), el cual es un programa orientado a informar a los investigadores y personas que adelantan proyectos especiales acerca del nuevo material bibliográfico recibido sobre temas de su interés; y boletines de nuevas adquisiciones, ofrecido a través de la exhibición de carteleras.
Conmutación bibliográfica	Permite la recuperación de información existente en otras unidades de información o centros de investigación especializados. Se mantienen convenios de intercambio de información bibliográfica con instituciones a nivel internacional tales como ICYT-CINDOC, BRITISH LIBRARY, INIST, REPIDISCA, CEPIS y PATENT TRADEMARK y a nivel nacional, con todas las instituciones de educación superior y centros de investigación.
Formación de usuarios	Con este programa se busca generar espacios de cualificación y capacitación de los usuarios en lo referente al manejo de información con fundamento en nuevos enfoques pedagógicos, de forma tal que la biblioteca se constituya en apoyo a la academia para la apropiación de conocimiento. Se brinda mediante cursos de inducción para estudiantes de primer nivel, seminarios-talleres de nivel avanzado en el manejo de fuentes y herramientas de búsqueda bibliográfica y cursos organizados según necesidades específicas de grupos de usuarios. Estos programas se realizan en el auditorio de la biblioteca, adecuado logísticamente para este fin. También la biblioteca cuenta con las siguientes herramientas realiza diferentes capacitaciones sobre los siguientes temas[73]: a) Conocimiento y uso de bases de datos y recursos electrónicos UIS b) Scopus/Web of Science: Herramientas bibliométricas para investigación mediante estrategias de revisión sistemática y análisis de métricas en revistas de impacto c) Estrategias de búsqueda y recuperación de información d) Presentación de trabajos de grado de acuerdo en normas técnica e) Refworks: Gestor de referencias bibliográficas f) Turnitin: Uso ético de la información e integridad académica g) Booklick: Crear comunidad alrededor del contenido y el conocimiento
Préstamo interbibliotecario	Sistema de préstamo externo que proporciona la biblioteca a otras unidades de información, de acuerdo con convenios previamente establecidos y con procedimientos normalizados. Los usuarios de la biblioteca UIS también reciben este beneficio. Los usuarios pueden solicitar material bibliográfico a aquellas instituciones que hacen parte del convenio UNIRED.

73

Consulta de bases de datos e Internet	A través de una plataforma tecnológica los usuarios pueden consultar y obtener información de gran cantidad de material bibliográfico que incluye revistas, libros, normas, conferencias, patentes, entre otros; almacenado en formato CD-ROM, o con acceso on-line para las áreas de Ciencias, Ingenierías, Ciencias Sociales y Humanidades.
Domi Book UIS	La Biblioteca UIS ofrece el servicio de préstamo y entrega de material bibliográfico a domicilio. Este servicio aplica para profesores y estudiantes de la comunidad UIS
Acceso egresados	La biblioteca UIS ofrece a los egresados el acceso a los servicios de la biblioteca

Fuente: Biblioteca central UIS, 2022

La Biblioteca tiene organizado su material bibliográfico en las siguientes colecciones:

- General, que comprende aquellos libros con información de tipo científico, técnico y humanístico.
- Reserva, que corresponde a textos básicos recomendados por los profesores de la universidad para el desarrollo de las asignaturas.
- Referencia, con obras que permiten obtener información rápida, breve y exacta sobre determinado tema, tales como diccionarios, enciclopedias, manuales y atlas.
- Trabajos de grado, que comprende tesis, trabajo de investigación o de aplicación, monografías y trabajos de grado presentados por los estudiantes de posgrado y pregrado para optar a un título.
- Publicaciones seriadas, donde se encuentran publicaciones periódicas como revistas, índices, abstracts y periódicos, entre otros.
- Colecciones especiales, que comprenden material bibliográfico correspondiente a bibliografías, directorios, folletos, reportes, anuarios, normas y catálogos, entre otros.

Los recursos bibliográficos con que cuenta la Biblioteca de la UIS para cada área de conocimiento pueden consultarse en la Tabla 46.

Tabla 46. Recursos bibliográficos UIS, 2022

Áreas de Conocimiento	Colecciones	Existencias (Ejemplares)	Recursos Electrónicos (Títulos)
Ciencias Básicas	General	19.396	222.237
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	4.648	
	Publicaciones seriadas	843	
	Especiales	0	
Ciencias Aplicadas	General	24.605	232.698
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	28.750	
	Publicaciones seriadas	1.102	
	Especiales	0	
Ciencias de la Salud	General	10.538	226.622
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	1.265	
	Publicaciones seriadas	552	
	Especiales	0	

Fuente: Biblioteca UIS, 2022

El horario de atención de la Biblioteca permite que los estudiantes puedan acceder a los servicios durante las tardes, noches y fines de semana, abriendo sus puertas de 7:00 a.m. a 8:00 p.m. de lunes a viernes en jornada continua y los sábados de 8:00 a.m. a 1:00 p.m. A partir del año 2016, la Universidad proporciona apoyo a los estudiantes por medio de una jornada flexible de biblioteca 24 horas del día, siete (7) días a la semana para la preparación de los exámenes finales de cada semestre, incluyendo novedades como el acompañamiento de tutores estudiantiles, acceso de café, pausas activas, servicio

nutricional por medio de desayunos y acomodación para turnos de descanso a partir de las 12 de la noche hasta las cinco (5) de la mañana.

Adicionalmente, la Universidad cuenta con un número significativo de bases de datos a disposición de la comunidad académica y del Programa, las cuales pueden ser consultadas por los estudiantes para el desarrollo de sus actividades académicas. A continuación, en la Tabla 47 observa el total de las bases de datos existentes a vigencia 2022:

Tabla 47. Bases de Datos de la UIS

Bases de datos	Cantidad - Descripción
Multidisciplinarias	50 bases de datos que contienen información en distintas áreas del conocimiento.
Básicas	13 bases de datos especializadas en química, física, biología, geología y matemáticas.
Sociales y Humanas	12 bases de datos especializadas en derecho, educación, economía, filosofía, historia y trabajo social.
Salud	17 bases de datos especializadas en medicina, enfermería, fisioterapia, nutrición y microbiología.
e-Books	9 bases de datos de libros electrónicos en distintas áreas del conocimiento.
Normas	3 bases de datos de normas nacionales e internacionales.
Herramientas de investigación	3 bases de datos de herramientas de apoyo en procesos de investigación.
Herramientas de aprendizaje	9 bases de datos de herramientas de apoyo en procesos de enseñanza y aprendizaje.

Fuente: Biblioteca UIS, 2022

Tabla 48. Bases de Datos disponibles en el área de conocimiento

Ingenierías	Multidisciplinarias	Salud
AAPG Journals	Science Direct	Access Medicina McGraw-Hill
American Society of Mechanical Engineers (ASME).	Springer Link	CINAHL Plus with Full Text
Construdata	Nature	Clinical Key
Legis - Gestión Humana	Oxford Academic	DynaMed
IEEE- Electronic Library	Taylor y Francis	Health Source: Nursing/Academic Edition
Knovel	EBSCO Host	Ovid
Legix-Comex	ProQuest	JoVE
Virtual Pro	Sage Journals	Medic Latina
	Academic Search Ultimate	Medline Complete
	AHFS Consumer Medication Information	Micromedex Solutions
	Ebook Academic Colletion	NNNConsult
	EconLit with Full Text	UpToDate
	Fuente Académica Premier	Eureka
	Library, Information Science & Technology	Enfermería al día

Fuente: Biblioteca UIS, 2022

Para consulta en línea, la biblioteca dispone del portal Web: http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/, donde se encuentra el catálogo bibliográfico con información detallada del material en físico y los trabajos de grado de la Universidad, además información general, noticias y la opción para cambiar o recordar la contraseña de la Biblioteca.

Dentro de los recursos académicos disponibles para apoyar el programa, la universidad cuenta con las licencias de los programas más relevantes en el área y herramientas ofimáticas, disponibles para estudiantes, docentes y administrativos, esta lista de software incluye:

- Matlab (Licencia Campus Agreement)
- Microsoft office 365 (Licencia Campus Agreement)
- Licencia Total Academic Headcount (TAH) de MATLAB – Simulink

9.1.1.2. Recursos informáticos y de interconectividad

La UIS cuenta con el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft *Enrollment For Education Solutions* (EES) para satisfacer las necesidades de software para estudiantes, profesores y empleados.

El *Enrollment For Education Solutions* (EES) es un licenciamiento por volumen donde Microsoft provee a los clientes académicos calificados, de todos los tamaños, una manera simplificada de adquirir software y servicios Microsoft bajo un acuerdo de suscripción único. EES brinda cobertura asegurada para los productos de plataforma de escritorio mediante un conteo anual de empleados, la capacidad de agregar productos adicionales cuando sea necesario, opciones de licenciamiento para estudiantes y los beneficios de Software Assurance. Incluye los productos de Office 365.

Microsoft Teams es el área de trabajo en equipo de Microsoft Office 365 que integra usuarios, contenido y herramientas para mejorar el compromiso y la eficacia. Integra aplicaciones como:

- **Chat:** compartir opiniones, en un chat grupal o en mensajes individuales.
- **Reuniones:** videoconferencias con equipos de 2 o 10,000 personas que se pueden reunir en un mismo lugar, independientemente de en cuántos lugares se encuentren.
- **Llamadas:** hacer y recibir llamadas con grupos internos y externos a través de Llamadas, Sistema telefónico, Plan de llamadas o Enrutamiento directo de Microsoft Teams.
- **Colaboración:** encontrar, compartir y editar archivos en tiempo real con aplicaciones familiares como Word, PowerPoint y Excel.

Además, se cuenta con diferentes licencias de software especializado en las áreas de conocimiento del programa como Matlab – Simulink, en la modalidad Full Suite, la cual incluye los módulos para cómputo distribuido y paralelo. Los profesores, investigadores y estudiantes pueden usar estos productos para enseñar, investigar y aprender. La licencia permite la instalación en los equipos de la Universidad y en los equipos personales de la comunidad Universitaria.

Además, la universidad cuenta con el aula virtual de aprendizaje Moodle, como escenario institucional de encuentro en línea, para apoyar estrategias didácticas en los procesos de formación, garantizando, además, el soporte técnico y el talento humano capacitado para atender las propuestas generadas en las unidades académicas. En tal sentido a través del Centro para el desarrollo de la docencia en la UIS (CEDEDUIS), se cuenta con la asesoría para el uso de esta aula virtual aprendizaje como apoyo en el desarrollo de las diferentes actividades académicas propuestas para el programa de Ingeniería Biomédica.

Es importante mencionar que la universidad fortaleció su estructura tecnológica en las aulas de aprendizaje mediante la implementación de un modelo híbrido para la operación académica virtual, presencial y mixta con alternancia para estudiantes y profesores. Para los años 2020 y 2021, la universidad adquirió nuevos dispositivos de apoyo a las TIC, como proyectores, micrófonos, videocámaras robotizadas y equipos para dotar las aulas con la más alta tecnología. Adicionalmente, se fortaleció la plataforma tecnológica Moodle, la adquisición de softwares como Zoom y la ampliación

de la capacidad de Teams utilizadas con la metodología de presencialidad mediada por TIC que posibilitan el aprendizaje virtual y colaborativo, las clases en línea y la capacitación de los profesores.

9.1.1.3 Aula virtual de aprendizaje Moodle

La Universidad cuenta con el aula virtual de aprendizaje Moodle, como escenario institucional de encuentro en línea, para apoyar estrategias didácticas en los procesos de formación, garantizando, además, el soporte técnico y el talento humano capacitado para atender las propuestas generadas en las unidades académicas. En tal sentido a través del Centro para el desarrollo de la docencia en la UIS-CEDEDUIS, se cuenta con la asesoría para el uso de esta aula virtual aprendizaje como apoyo en el desarrollo de las diferentes actividades académicas propuestas para el programa de Ingeniería Biomédica. El Aula Virtual de Aprendizaje – UIS, está disponible en: https://tic.uis.edu.co

9.1.2 Atención de diferencias culturales y virtuales de estudiantes y profesores, con el fin de facilitar la interacción, colaboración, evaluación y acompañamiento en el proceso formativo

A nivel institucional se promueve el diseño de experiencias de aprendizaje y de evaluación y acompañamiento en el proceso formativo de los estudiantes de cada uno de los programas que se ofertan; es por esto que la Universidad asume el compromiso de educación para la inclusión a través de propuestas curriculares que consideren ambientes y experiencias de aprendizaje acordes con el nivel de formación, las rutas de aprendizaje definidas, el desarrollo y cumplimiento de las competencias establecidas para el programa, permitiendo atender las diferencias culturales y virtuales de estudiantes y profesores, de manera que favorezca el logro de los resultados de aprendizaje definidos por el programa.

En este sentido, se han diseñado las siguientes estrategias:

- Implementación de política de educación inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la UIS[74]: Orienta el actuar institucional hacia la detección, análisis y eliminación de las barreras para el aprendizaje.
- Implementación de política de equidad de género de la UIS[75]. Busca consolidar una cultura institucional que valore las diferencias y elimine cualquier forma de discriminación, dando igualdad de oportunidades a cada miembro de la comunidad académica.
- Planes de formación y capacitación para el manejo eficiente de instrumentos, herramientas y programas que involucren el uso de las tecnologías.
- Se cuenta con aulas virtuales para la interacción entre estudiantes y profesores.
- Acceso remoto a los servicios de la biblioteca como son consulta en bases de datos, cursos de formación, entre otros.
- Acceso para todos los estudiantes a los computadores del CENTIC y de la biblioteca.
- Disponibilidad de servicio de internet dentro del campus universitario.

[74] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo No. 032 de 2019.

[75] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo No. 022 de 2018.

9.1.3 Planes de fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de las tecnologías existentes y proyectadas

Para el fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de tecnologías existentes y proyectadas, la Universidad Industrial de Santander cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobada mediante Acuerdo No 277 de 2011 del Consejo Académico, en la que se asigna a CEDEDUIS como dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación de los profesores de la Universidad.

En este sentido, los profesores, tanto planta como cátedra, participan de forma continua en cursos de capacitación ofrecidos. Para el año 2022, CEDEDUIS ha realizado diversas convocatorias para Cursos de Perfeccionamiento Docente, entre las que se pueden mencionar: *Scientific Writing Course*, Metodologías activas e implicación con el contexto, Competencias Genéricas y Ciudadanas, entre otras. Con esta formación, el CEDEDUIS apoya el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente.

Adicionalmente, la Vicerrectoría Académica ha diseñado el Portafolio TIC para que los profesores y estudiantes participen en las diferentes iniciativas que buscan la intervención y mejoramiento de las estrategias al interior de las aulas de clase y así lograr la visibilidad y el reconocimiento que merecen las herramientas TIC que apoyan y transforman las prácticas pedagógicas de la Universidad, como Innova-TIC, Gradua-TIC, Aula- TIC y Estu-Aula.

Asimismo, la Universidad ha dispuesto de un portafolio de Convocatorias TIC dirigida a estudiantes. En la política se definen los principios orientadores del apoyo a la formación mediante el uso de las TIC, y se considera la apropiación y uso adecuado de las tecnologías como apoyo a la generación de posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En este sentido, durante 2022 las convocatorias disponibles para estudiantes fueron Aula-TIC Salud 2022-1la cual buscó fomentar el desarrollo de propuestas formuladas en el marco de trabajos de grado, por equipos de estudiantes y profesores de la UIS, que apoyen los procesos de formación de los programas académicos de pregrado UIS, mediante el uso de herramientas TIC.

Por su parte, Gradúa-TIC 2022 apoya el desarrollo de propuestas formuladas, en el marco de trabajos de grado de pregrado, que complementen los procesos de formación de los programas académicos de pregrado UIS mediante el uso de herramientas TIC[76].

Por otra parte, la Universidad dispuso una red de aulas híbridas que incorporan elementos tecnológicos para que los estudiantes de manera remota puedan asistir a clase. La implementación de estas aulas demandó la adquisición de equipos de alta calidad como pantallas para vida útil de 24 horas diarias con brillos especiales, barras de sonido con captaciones de audio en seis (6) micrófonos integrados que focalizan al profesor, cámara de alta sensibilidad con resolución 4K.

[76] Consultado en: https://uis.edu.co/abiertas-las-convocatorias-tic-para-estudiantes-uis/.

Por otra parte, la unidad de formación de la biblioteca de la Universidad ofrece cursos y asesorías que favorecen el fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de tecnologías existentes y proyectadas, relacionados con los siguientes temas:

- Conocimiento y uso de bases de datos y recursos electrónicos.
- Estrategias de búsqueda y recuperación de información.
- Herramientas bibliométricas para investigación (Scopus/Web Of Science).
- Uso ético de la información e integridad académica (Turnitin).

Específicamente la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, con el objetivo de incentivar en los estudiantes de la Escuela el uso de dichos recursos informáticos y la incorporación de las TIC en el desarrollo de las actividades académicas, se ha promovido de manera constante la capacitación en la implementación de estrategias como: exposición de temas del curso con herramientas informáticas y aula invertida, consultas de bases de datos y libros electrónicos para investigaciones bibliográficas (por ejemplo, ensayos científicos, pre informes, entre otros), uso de aula virtual MOODLE, comunicación y envío de información a través del correo electrónico institucional y las plataformas virtuales, así como uso del Google Drive para el envío de proyectos de aula, videos, diapositivas, entre otros. Adicionalmente, se utilizan grupos de chat para algunas tareas específicas, uso de simuladores, software y aplicaciones para complementar la información teórica impartida.

Lo anterior, ha sido un compromiso adquirido desde la dirección de Escuela, como un objetivo transversal a todos los programas académicos de pregrado y posgrado. En este sentido, a noviembre de 2022 se cuenta con un plan de gestión que plantea realizar la actualización de los medios educativos de las actividades académicas en términos de materiales y realizar acompañamiento de los profesores para mejorar la pedagogía que implementan en sus clases.

Asimismo, la Escuela ha implementado para los profesores de la escuela y personal de la División de Servicios de Información de la Universidad un curso de actualización de arquitectura de microservicios para desarrollo web.

9.1.4 Plan de adquisición de los medios educativos

Una primera fuente de recursos para la adquisición y construcción de los medios educativos es el Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPPIUIS) que es una herramienta de planeación institucional, por medio del cual las diferentes unidades académicas y administrativas gestionan recursos de inversión institucionales para adquirir, actualizar o reponer diferentes equipos de laboratorio y de cómputo, así como los grandes proyectos de inversión en infraestructura física. El BPPIUIS se encuentra debidamente organizado y reglamentado donde los proyectos surten un proceso de revisión y viabilidad técnica y financiera. Con base en lo anterior, se formula el Programa Operativo Anual de Inversiones – POAI, el cual es aprobado por el Consejo Superior, y que contiene los proyectos de inversión debidamente calificados como elegibles por el BPPIUIS, cuyo propósito es regular la inversión anual con base en las políticas establecidas para el desarrollo institucional y la capacidad presupuestal comprobada. En la Tabla 49 se muestran las asignaciones presupuestales en el POAI para el periodo 2016-2023. Cabe aclarar que los proyectos elegidos son presentados ante el Consejo Superior de la Universidad, quien aprueba lo proyectos y asigna los recursos a través del Programa Operativo Anual de Inversiones POAI, durante el período inmediatamente anterior a la vigencia, por lo tanto, no se tiene planeación a 7 años.

Tabla 49. Asignaciones presupuestales en el POAI para el periodo 2016-2023

Año	Número de proyectos	Valor POAI
2016	21	$49.494.148.942
2017	6	$39.232.906.429
2018	6	$29.447.685.723
2019	7	$69.301.012.014
2020	9	$ 57.682.935.413
2021	8	$ 63.309.565.897
2022	6	$ 80.052.452.872
2023	5	$ 65.933.221.086

Fuente: elaboración propia a partir de información de POAI anual.

Por ejemplo, para la vigencia 2022, se tiene aprobado dentro del Plan Operativo Anual de Inversiones-POAI el proyecto "Renovación de colecciones 2023 de material bibliográfico en las bibliotecas de la UIS" con las siguientes características:

- Código BPPIUIS: 021401221171
- Código presupuestal: 1599
- Objetivo: Suministrar a la comunidad universitaria contenidos actualizados y herramientas de tipo científico que den soporte a los procesos de enseñanza aprendizaje, de investigación y de extensión, en formatos que favorezcan la consulta en todas las sedes de la Universidad.
- Valor total del proyecto: $6.375.929.675 (seis mil trescientos setenta y cinco millones novecientos veintinueve mil seiscientos setenta y cinco pesos)
- Horizonte de ejecución y financiamiento: 1 año

Una segunda fuente de recursos para la inversión que apoya la actualización y reposición de los medios educativos, especialmente equipos de laboratorio y de cómputo, son los proyectos que los grupos de investigación logran financiar con diversos organismos nacionales o internacionales y que incluyen rubros de compra de equipos los cuales, una vez terminada la respectiva ejecución, quedan como apoyo a los grupos o centros de investigación en donde participan estudiantes de pregrado y posgrado.

Y finalmente, una tercera fuente recursos para la inversión que apoya la actualización y reposición de los medios educativos, especialmente equipos de laboratorio, es la presentación de proyectos a la dirección de la Universidad por parte de las UAA.

Gracias a las gestione realizadas desde la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática en los últimos años se han ejecutado proyectos para la modernización física y tecnológica de aulas de clase y laboratorios como son: Óptica, Redes y Telemática, José Alberto Villabona Sepúlveda, Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BivL2ab) y Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales (HDSP). Así mismo, en el marco del proyecto de dotación y actualización de laboratorios de docencia liderado por la Vicerrectoría Administrativa, se logró la adquisición de equipos de cómputo y de elementos de laboratorio para la creación del "Laboratorio de tecnologías 4.0" el cual está conformado por tres componentes: Internet de las Cosas

- IoT, Inteligencia Artificial –IA y Cloud Computing, y que está al servicio de los programas de pregrado y posgrado de la Escuela.

9.2. DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS MEDIOS EDUCATIVOS

9.2.1 Descripción de los procesos de asignación de medios educativos, de acuerdo con las actividades académicas del programa.

A continuación se presenta la disponibilidad y la forma de acceder a los medios educativos relacionados en el apartado anterior.

Tabla 50. Asignación de medios educativos

Recurso	Disponibilidad	Acceso
Recursos bibliográficos físicos de la Institución (Biblioteca tradicional)	Dentro del horario de atención de Biblioteca Central UIS, campus central. Catálogo disponible en http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/	Profesores, estudiantes con matrícula vigente, administrativos, egresados con carnet.
Recursos bibliográficos en formato digital (Biblioteca virtual).	Disponible continuamente a través de https://bibliotecavirtual.uis.edu.co/login	Profesores, estudiantes con matrícula vigente, administrativos, egresados con carnet.
Software	Permanente	Docentes. Estudiantes con matrícula vigente.
Recursos informáticos y audiovisuales.	Programada de acuerdo a las necesidades del servicio tanto en la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática como en el CENTIC.	Docentes. Estudiantes con matrícula vigente.
Plataformas tecnológicas (Moodle, Zoom y Microsoft Teams)	Permanente	Docentes. Estudiantes con matrícula vigente.

Fuente: elaboración propia

9.2.2 Plan de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos, para los próximos siete (7) años

En la UIS los planes de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos con que cuentan los programas académicos no están bajo la responsabilidad directa de las escuelas o departamentos que los dirigen y administran, en su lugar, estas actividades se ejecutan de manera mancomunada entre cada Unidad Académico Administrativa (UAA) y la administración central de la Universidad, de acuerdo con los recursos financieros disponibles, la estructura organizacional y los procesos diseñados para estos fines, tal como explica a continuación.

Como una institución de educación superior pública, del orden departamental, la Universidad es financiada con los aportes de la nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias.

En cumplimiento de las normas institucionales y nacionales pertinentes, los recursos financieros disponibles se programan mediante un presupuesto general anual, que incluye de una parte la

estimación de los ingresos que se reciben de las fuentes arriba enunciadas y de otra, la asignación de los recursos para atender el gasto de funcionamiento y de inversión de todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad.

De otra parte, se debe informar que dentro de la estructura organizacional se cuenta con dos dependencias adscritas a la Vicerrectoría Administrativa que son la División de Mantenimiento Tecnológico y la División de Planta Física, las cuales cuentan con personal, instalaciones y demás recursos logísticos para atender el mantenimiento y actualización de los medios educativos, según las necesidades y solicitudes de las escuelas que se tramitan por medio de un sistema de información interno diseñado para recibir, organizar y atender estos requerimientos.

A estas dependencias se les asigna, durante cada vigencia presupuestal anual, las partidas requeridas para su normal funcionamiento, tal como se muestra en la siguiente tabla, para las últimas vigencias presupuestales.

Tabla 51. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Mantenimiento Tecnológico y Planta Física

Dependencia	Presupuesto aprobado 2015-2021 (millones de pesos)						
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
División Mantenimiento Tecnológico Funcionamiento	1.119	1.286	1.194	1.194	1.904	2.008	2.009
División Planta Física Funcionamiento	9.774	12.092	13.026	14.987	17.886	19.274	18.716
Total	**10.893**	**13.378**	**14.221**	**16.892**	**19.929**	**21.283**	**20.725**

Fuente: Presupuesto aprobado para cada vigencia

Como todas las UAA de la Universidad, tanto la División de Mantenimiento Tecnológico como la División de Planta Física elaboran y presentan un plan de gestión anual, en donde se registran los compromisos de mantenimiento preventivo que se ha diseñado el año anterior y, además, durante todo el año, reciben y atienden solicitudes de mantenimiento correctivo de las dependencias de la Institución.

Queda así claro, que el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo empleado por la UIS, no se proyecta por planes periódicos, por ejemplo, de siete años, sino que es una actividad permanente que cuenta con los recursos suficientes para garantizar el normal funcionamiento del equipamiento institucional al servicio de los diferentes programas académicos.

Para la actualización y reposición de los medios educativos la Universidad cuenta con un proceso diferente al requerido para su mantenimiento, consistente en una herramienta de planeación institucional que se denomina Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPPIUIS), por medio de la cual, las diferentes unidades académicas y administrativas gestionan recursos de inversión institucionales para actualizar o reponer diferentes equipos de laboratorio y de cómputo, así como los grandes proyectos de inversión en infraestructura física. El BPPIUIS se encuentra debidamente organizado y reglamentado y luego de un proceso de revisión y viabilidad técnica, los proyectos elegidos son presentados ante el Consejo Superior de la Universidad, instancia que aprueba lo proyectos y asigna los recursos, para luego ser ejecutados de acuerdo con la norma interna para la ejecución de proyectos de inversión.

En la Tabla 52 se presentan las partidas presupuestales asignadas para financiar la inversión institucional para actualización y reposición de medios educativos.

Tabla 52. Recursos presupuestales destinados para adquisición de bienes (millones de pesos)

Rubro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Adquisición de bienes	33.307	58.556	53.860	25.188	32.976	33.760	40.244

Fuente: Presupuesto de cada vigencia ejecutado, consolidado

Otra fuente de recursos para la inversión que apoya la actualización y reposición de los medios educativos, especialmente equipos de laboratorio y de cómputo, son los proyectos que los grupos de investigación logran financiar con diversos organismos nacionales, pues una vez que se ejecuta el respectivo proyecto, los equipos quedan como apoyo a los centros de investigación en donde participan estudiantes, especialmente de posgrados.

Complementariamente a los recursos del presupuesto general, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática genera recursos propios que provienen del pago de los derechos pecuniarios por parte de sus estudiantes en los programas de formación continua y posgrados autofinanciados; con estos ingresos se financia el funcionamiento de dichos programas y con los excedentes se invierte en insumos y equipos para el mismo programa o de apoyo para toda la escuela tales como: equipo de cómputo, licencias para software especializados, libros y material bibliográfico, equipos audiovisuales y para equipos de oficina.

9.2.2.1 Procedimientos para el mantenimiento, baja, selección y adquisición de material bibliográfico

Dentro de la estructura organizacional de la Universidad se cuenta con el personal instalaciones y demás recursos logísticos por parte de la Dirección de Biblioteca para atender el mantenimiento y actualización del material bibliográfico de las diferentes unidades académicas. Según las necesidades y las solicitudes de las unidades que se tramitan por medio de un sistema de información interno diseñado para recibir, organizar y atender estos requerimientos.

En el caso de Ingeniería Biomédica, dado que es un programa nuevo, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática tramitará anticipadamente los requerimientos de material bibliográfico, de manera que la Biblioteca gestione su adquisición y asegure su disponibilidad para los estudiantes que ingresan a la primera cohorte del programa.

9.2.2.2 Procedimientos para el mantenimiento, baja, selección y adquisición de equipos

Dentro de la estructura organizacional de la Universidad se cuenta con dos dependencias adscritas a la Vicerrectoría Administrativa, siendo estas: División de Mantenimiento Tecnológico y la División de Planta Física. Estas dependencias cuentan con personal, instalaciones y demás recursos logísticos para atender el mantenimiento y actualización de los medios educativos, según las necesidades y solicitudes de las unidades que se tramitan por medio de un sistema de información interno diseñado para recibir, organizar y atender estos requerimientos.

9.2.3 Descripción de las estrategias y mecanismos de capacitación y apropiación en el uso de los medios educativos.

En cuanto a las estrategias y mecanismos de capacitación y apropiación en el uso de los medios educativos, la Universidad Industrial de Santander cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobado mediante Acuerdo N° 277

de 2011 del Consejo Académico, en la que Cededuis es la dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación.

Adicionalmente, la unidad de formación de la Biblioteca ofrece diferentes cursos y asesorías sobre temas específicos relacionados con:

- Conocimiento y uso de base de datos y recursos electrónicos UIS: tiene como objetivo profundizar en el conocimiento y uso de las bases de datos y recursos electrónicos suscritos por la universidad, con apoyo de los auxiliares especializados y los proveedores de dichos recursos.

- Estrategias de búsqueda y recuperación de información: tiene como propósito profundizar en el conocimiento de la Biblioteca Virtual UIS y proporcionar los pasos necesarios para realizar búsquedas especializadas mediante estrategias de recuperación de información.

- Scopus / WOS: Herramientas bibliométricas para investigación: conocer las características y uso de herramientas bibliométricas para optimizar procesos de investigación, mediante estrategias de revisión sistemática y análisis de métricas en revistas de impacto (Scopus/Web of Science).

- Turnitin: Uso ético de la información e integridad académica: Dar a conocer los principios éticos para el buen uso de la información y recomendaciones para incorporar buenas prácticas que fomenten y promuevan la integridad académica, evitando el plagio.

Particularmente, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática ha implementado para los profesores y estudiantes diversos cursos entre los que se pueden mencionar: Actualización de arquitectura de microservicios para desarrollo web y el Diplomado en realidad virtual. Asimismo, se plantea en un corto plazo la capacitación de profesores de la escuela planteada en una cultura de autoayuda para la innovación de nuevas metodologías de aprendizaje en sus clases y la incorporación de nuevas tecnologías. Lo anterior, se ha empezado a sustentar en reuniones de egresados y empresarios para realizar talleres con profesores para permitirles conocer las nuevas tendencias en tecnologías afines al área y competencia de los programas de la Escuela.

9.2.4 Descripción de las estrategias para garantizar que los medios educativos atenderán las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una Política de educación inclusiva, aprobada mediante Acuerdo del Consejo Superior No. 32 de julio de 2019. En esta se establecen el alcance de la política en diferentes dimensiones, entre las cuales se encuentra la dimensión espacial en el que se dispone:

> "Artículo 12. Espacios físicos inclusivos. La Universidad fomentará espacios físicos inclusivos, entendidos como el conjunto de áreas arquitectónicas dispuestas y disponibles para la integración de las personas en su relación consigo mismas, con el entorno social, el paisaje y el ambiente construido que le circunda de manera segura (escenarios deportivos, escenarios culturales, cafeterías, plazoletas, senderos, parqueaderos, baterías sanitarias, vías y transporte vehicular interno, construcción y señalización de vados, adecuación y construcción de rampas, instalación de pasamanos, reparación de andenes, cambio de losas de concreto, señalética y pisos táctiles).

Con tal propósito, y en coordinación desde los procesos de planeación integral del espacio físico (planes maestros de infraestructura), se adelantarán acciones para la adecuación de obras existentes o por realizar que eviten, disminuyan y eliminen las diferentes barreras físicas en el diseño, construcción o restructuración de los edificios y mobiliario institucional, lo cual se hará efectivo en concordancia con el decreto 1538 de 2005 y las disposiciones que lo modifiquen, adicionen, complementen o sustituyan, el cual establece las normas y criterios básicos para facilitar la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, sea ésta temporal o permanente, o cuya capacidad de orientación se encuentre disminuida por la edad, analfabetismo, limitación o enfermedad. Lo anterior, aunado a las demás normas técnicas colombianas, será tenido en cuenta de manera integral en el momento de ejecutar los proyectos de infraestructura aplicados a la Universidad Industrial de Santander.

Artículo 13. Espacios académicos inclusivos. Comprenden las áreas al interior del campus universitario principal y las sedes regionales, que actúan como herramienta de apoyo formativo para respaldar las prácticas didácticas, metodológicas y pedagógicas (biblioteca, hemeroteca, centros de estudios, aulas de clase, auditorios, salas de informática, laboratorios).

Artículo 14. Espacios informáticos inclusivos. Responde a los sitios de generación, recepción e interacción con las tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales procuran el acercamiento y complementariedad de los procesos desarrollados en los ámbitos de la enseñanza y el aprendizaje (Centic, aulas virtuales de aprendizaje, software especializado, audiolibros, traductores de señas, impresora braille, medios audiovisuales, sistemas de subtitulado automático, magnificadores de imagen, lectores de pantalla, audífonos, micrófonos, entre otros).

10. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

10.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

La Universidad Industrial de Santander posee una planta física que le permite desarrollar las funciones sustantivas y procurar un entorno de bienestar para toda su comunidad. En el área metropolitana de Bucaramanga, la infraestructura física está constituida por el campus central, la Facultad de Salud, UIS-Bucarica, UIS-Guatiguará y UIS-Floridablanca que está próxima a entrar en funcionamiento; adicionalmente, tiene sus sedes regionales ubicadas en los municipios de Barbosa, Málaga, Socorro y Barrancabermeja.

El área total construida en el campus central es de 114.647,7 m^2, distribuidos de la siguiente manera: 15.913,9 m^2 de aulas, 31.008,3 m^2 como área destinada a actividades académicas de docencia, investigación y extensión (talleres, auditorios, bibliotecas, sitios de práctica, salas de cómputo y oficinas), 44.295,9 m^2 destinados a actividades deportivas, 1.300,4 m^2 destinados actividades de recreación y 12.860 m^2 destinados a laboratorios. La sede UIS-Guatiguará, cuenta con 9.393,8 m^2 de área construida, 1.690,6 m^2 destinados para actividades académicas, 600 m^2 destinados para áreas deportivas, 385,1 m^2 de aulas y 5.995,6 m^2 de área de laboratorios.

Para el programa de Ingeniería Biomédica, específicamente, la mayor parte de las actividades se desarrollarán en el Campus Floridablanca. Sin embargo, tanto estudiantes como profesores utilizarán espacios del Campus central para algunas actividades. Igualmente, la sede de la Escuela de Ingeniería de Sistemas se encuentra en este Campus.

El campus Floridablanca cuenta con una edificación de 14 mil m^2 conformada por 27 aulas de clase, siete (3) salas de informática, nueve (9) laboratorios, una (1) cafetería, un (1) auditorio con capacidad para 126 personas y una (1) biblioteca con acceso independiente para facilitar el ingreso de la comunidad local.

10.1.1. Descripción y justificación de la cantidad, calidad y capacidad de los espacios físicos y virtuales que se requieren para soportar los ambientes de aprendizaje y atender las actividades académicas y administrativas del programa

Sede UIS campus Central – Bucaramanga

En Bucaramanga, el campus universitario principal alberga los edificios de las Facultades de Ingenierías Fisicoquímicas, Fisicomecánicas, Facultad de Ciencias y Ciencias Humanas; Bienestar Estudiantil, tres edificios de administración, el Instituto de Lenguas, Biblioteca Central; diversos centros de investigación; el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC), y demás espacios de apoyo a la actividad académica como: auditorios, talleres, laboratorios, museos, áreas deportivas y zonas verdes.

Los estudiantes y los profesores de todos los programas que alberga el campus tienen acceso a la Biblioteca Central, la cual tiene un área de 4.565 m^2, y cuenta con una sala de conferencias de 109 m^2 con capacidad para 80 personas, cubículos para estudio individual, así como una sala de informática que ofrece el servicio de acceso a bases de datos digitales, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 53. Espacios de la Biblioteca de la UIS

BIBLIOTECA	TENENCIA	Área en m²
Librería	Propiedad	44,89
Sala de lectura	Propiedad	563,5
Entrega y recepción de libros	Propiedad	44,43
Fotocopiadora	Propiedad	5,35
Circulación y escaleras	Propiedad	54,8
Circulación y escaleras	Propiedad	50,43
Sala de lectura	Propiedad	928,87
Sala de computo	Propiedad	132.81
Cubículo de estudio	Propiedad	5.35
Cubículo de estudio	Propiedad	5.35
Cubículo de estudio	Propiedad	1.79
Sala de cómputo	Propiedad	7.77
Circulación interna	Propiedad	15.16
Circulación y escaleras	Propiedad	51.46
Sala de conferencias	Propiedad	73.7
Circulación	Propiedad	15.14
Ascensor	Propiedad	3.43
Sala de lectura	Propiedad	1035.73
Sala de conferencias	Propiedad	54.69
Videoteca	Propiedad	4.78
Cubículo de estudio	Propiedad	3.83
Cubículo de estudio	Propiedad	2.2
Cubículo de estudio	Propiedad	2.25
Cubículo de estudio	Propiedad	2.87
Cubículo de estudio	Propiedad	4.02
Cubículo de estudio	Propiedad	4.4
Circulación y escaleras	Propiedad	63.26
Ascensor	Propiedad	3.55
Sala de Lectura	Propiedad	

Fuente: Universidad Industrial de Santander

Con el fin de promover el desarrollo físico e integral de los estudiantes, el Campus Central de la UIS, cuenta con escenarios deportivos en condiciones óptimas y se constituyen en una fortaleza para el desarrollo de los programas académicos. Estos recursos son utilizados para el desarrollo de las actividades académicas de Contexto y Deportes selección ofrecidas por el Departamento de Educación Física y Deportes para todos los estudiantes de la Universidad. Estos espacios se describen a continuación.

Tabla 54. Escenarios deportivos

No	Nombre del escenario	Área m².	Descripción
1	Estadio 1°. de Marzo	19.872	Cancha en gramilla, y jardines. Medidas reglamentarias para partidos de fútbol
1	Pista Atlética	Su andarivel interno de 400 mts.	Pista en sintético, tipo asfalto, con su zona de salto largo, 7 carriles, y un carril adicional externo denominado pista finlandesa.
1	Cancha de Fútbol	11.000	Cancha en tierra, ubicada en el costado sur.
1	Diamante de Béisbol	14.700	Cancha en pasto, con medidas reglamentarias, además se desarrolla la disciplina del Softbol
1	Cancha de Voleibol Arena	300	Cumple con las especificaciones para realizar partidos de Liga, su piso es en arena.
1	Cancha de Voleibol Piso	600	Cumple con las especificaciones para realizar partidos, su piso es en cemento, y maquillado con pintura.
1	Cancha de Fútbol Sala	800	Cumple con las especificaciones para realizar partidos de Liga. Su piso es en cemento.
3	Canchas múltiples		Se desarrollan las disciplinas de Baloncesto, microfútbol, su piso es en cemento, y maquilladas con pintura antideslizante.
	Gimnasio al Aire		Se encuentra ubicado en el costado norte del Estadio 1°. de Marzo. Hay

No	Nombre del escenario	Área m².	Descripción
1	Libre		barras fijas, escaños en cemento para hacer abdominales. Y aparatos rústicos para realizar levantamientos.
1	Coliseo cubierto	2.200	Capacidad para 1.400 personas sentadas, se desarrollan las disciplinas de Baloncesto, Voleibol, Fútbol Sala. Un piso en sintético importado, y todos sus elementos son de primera calidad. Tienen las medidas mínimas para realizar partidos de Federación.
1	Sala anexa al coliseo	Compromete parte del metraje del Coliseo	Tiene aparatos para realizar tareas propias de la actividad cardiovascular, 20 Spinning, 20 ciclas estáticas, 10 elípticas, 5 caminadores, 2 multifuerzas, 1, hacka, 3 press bancos, 30 colchonetas, 4 bodegas, barras Olímpicas, discos de 20, 50 kilos, juegos de mancuernas. Etc. Además, allí se desarrollan las actividades académicas de contexto como Gimnasia Estética, Gimnasia Formativa, Taekwondo, Karate Do, Tenis de Mesa, un Muro de Escalada, etc.

Fuente: Departamento de Cultura Física y Deportes

Por otra parte, la Universidad cuenta con varios auditorios que permiten no solo el desarrollo de actividades académicas, sino también culturales y artísticas, que se listan en la Tabla 55.

Tabla 55. Auditorios UIS

AUDITORIOS	DEPENDENCIA	ÁREA m²	CAPACIDAD	TIPO
Luis A. Calvo.	Dirección Cultural	2,619	950	Auditorio
Gustavo Gómez Ardila	Administración	41,3	35	Sala de conferencias
Ágora Libardo León Guarín	Ciencias Humanas	514	250	Auditorio
Auditorio Menor	Ciencias Humanas	160	80	Auditorio menor
José Antonio Galán	Dirección Cultural	1,962	300	Teatro al aire libre
Sala De Reflexión	Bienestar Estudiantil	127	80	Sala
La Perla	ASEDUIS	256,3	300	Auditorio
Aula Máxima de Mecánica	Ingeniería Mecánica	381,5	180	Auditorio menor
Salón de Mejoramiento Continuo	Ingeniería Industrial	92	35	Sala de conferencias
Auditorio Guillermo Camacho Caro	Ingeniería Industrial	193	174	Auditorio
Salón Fundadores	Ingeniería Industrial	73	35	Sala de conferencias
Salón Emprendedores	Ingeniería Industrial	103	40	Sala de conferencias
Salón Excelencia	Ingeniería Industrial	100	48	Sala de conferencias
Aula Especial 215	Ingeniería Industrial	73	40	Sala de conferencias
Salón Empresarial	Ingeniería Industrial	73.5	40	Sala de conferencias
Auditorio Enrique Dacarett	Ingeniería Industrial	200.6	100	Auditorio
Sala De Conferencias	Biblioteca	160	80	Sala
Alberto Elías Hernández	CENTIC, División de Servicios de Información	182	84	Sala de conferencias
Camilo Torres	Ciencias	176	88	Sala de conferencias
Aula Máxima de Ciencias	Ciencias	320	160	Auditorio menor
Ingeniería Química	Ingeniería Química	178	89	Auditorio menor
Auditorio menor	Escuela de Artes y Música	100	70	Auditorio menor
Teatrino cubierto Edificio Logística	División Planta Física	70	198	Auditorio menor

Fuente: Universidad Industrial de Santander

De otro lado, los servicios sanitarios para los estudiantes están distribuidos en cada uno de los edificios. Corresponde a la División de Planta Física la responsabilidad en el uso y el mantenimiento de los distintos espacios, para que, por medio de un equipo de personal especializado, se cumplan a cabalidad las labores de aseo, vigilancia, transporte, carpintería, albañilería, plomería, soldadura, pintura y jardinería, entre otros.

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

El programa de Ingeniería Biomédica apoyará sus actividades en los espacios adecuados del campus UIS – Floridablanca. Sin embargo, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática apoyará con sus espacios físicos y disponibilidad tecnológica el desarrollo de las diferentes actividades académicas. De forma específica, la Escuela ofrece los siguientes espacios físicos para el desarrollo de actividades de docencia, investigación y extensión: 8 laboratorios dotados con puestos de trabajo dinámico, destinados para el trabajo individual y colectivo de los estudiantes durante su permanencia en el programa, los cuales se ubican en Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BIVL2ab), el Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales (HDSP), el Grupo de Cómputo Avanzado y a Gran Escala (CAGE), el Laboratorio de Redes y Telemática, el laboratorio José Alberto Villabona Sepúlveda y el Laboratorio de Supercomputación y Cálculo Científico. En la Tabla 56 se presenta una descripción de los recursos físicos y tecnológicos de cada laboratorio y grupo de investigación.

Tabla 56. Espacios físicos y tecnológicos disponibles en la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Nombre	Descripción
Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales (HDSP)	· 32 equipos de cómputo tipo estación de trabajo. · Cubículos asignados para estudiantes de posgrado
Grupo de Cómputo Avanzado y a Gran Escala (CAGE)	· 6 equipos de cómputo tipo estación de trabajo. · Cubículos asignados para estudiantes de posgrado
Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BivL2ab)	· 7 equipos de cómputo tipo estación de trabajo. · Ergómetro de brazos MONARK 891 E, ajuste de longitud de manivela, juego de pesos para canastilla, rueda fácil transporte, medidor de tiempo. · Equipo de valoración cardio-pulmonar, nutricional y fisiológica: FITMATE PRO FITNESS & EX, marca cosmed Italia, medidor de consumo de oxígeno indirecto y calorimetría portátil. · Equipo BIZON Modelo Z9000: Procesadores - Refrigerados por líquido (Intel Xeon escalable; 2ª generación): 2 x 16-Core 2.30 GHz Intel Xeon Gold 5218. Placa base de Super Micro Dual Xeon. Sistema de refrigeración líquida personalizada BIZON (2 x Procesadores y 8-10 tarjetas gráficas). Memoria (DDR4 2666 MHz ECC): 512 GB (16 x 32 GB). Sistema operativo: BIZON Z- Stack (Ubuntu 18.04 (Biónico) con marcos de aprendizaje profundo preinstalados). Tarjeta de gráficos. · Cubículos asignados para estudiantes de posgrado
Laboratorio de Redes y Telemática	· 27 equipos de cómputo tipo estación de trabajo.
Laboratorio José Alberto Villabona Sepúlveda	· 27 equipos de cómputo tipo estación de trabajo.

Fuente: elaboración propia

Además, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, cuenta con los siguientes espacios:

- 18 oficinas de los profesores de la Escuela, en las cuales se brindan asesorías a los estudiantes y se desarrollan sus compromisos académicos.
- 2 oficinas para el personal administrativo que desarrolla actividades académico-administrativas de los programas de posgrado, conformado por la Coordinación de Posgrados y la Dirección de la Escuela.
- 1 auditorio que apoya las actividades de la Escuela en el campus central; el aula 104 del Edificio de Laboratorios Pesados, espacio que se usa para el desarrollo de reuniones, exposiciones, conferencias y sustentaciones.
- Los salones de clase 104, 309, 310, 311, 312, 319, 327, 330 y 340 los cuales se encuentran disponibles para clases de pregrado y posgrado.

Campus UIS – Floridablanca

En Floridablanca se construyó una edificación de 14 mil metros cuadrados, que cuenta con 27 aulas de clase, 3 salas de informática, 9 laboratorios, 1 cafetería, 1 auditorio con capacidad para 126 personas y una 1 biblioteca con acceso independiente para facilitar el ingreso de la comunidad local. A continuación, en la Tabla 57 se presentan los espacios disponibles en el campus Floridablanca que darán apoyo al desarrollo de las actividades del programa de Ingeniería Biomédica.

Tabla 57. Espacios físicos sede UIS -Floridablanca

Clasificación	Cantidad	Capacidad (#)
Aulas convencionales	27	864
Salas colectivas	4	54
Aulas de cómputo	3	48
Laboratorios	9	184
Área administrativa – Docentes	4	56
Área administrativa - Coordinación y soporte	1	13
Área administrativa - Bienestar Estudiantil	1	6
Biblioteca	1	176
Auditorio	1	126
Centro de estudios	1	32
Gimnasio	1	40
Cafetería	1	100

Fuente: elaboración propia

El campus cuenta con todos los servicios que garantizan que el proceso de formación se realice con los mismos estándares de la sede principal. Los espacios de coworking ubicados en cada piso son una característica que identifica esta edificación, permitiendo el trabajo individual o en grupo de los estudiantes y profesores.

En lo referido a los espacios de laboratorio, 5 cuentan con disponibilidad de conexión de agua y gas para complementar las prácticas de laboratorio que requieran implementar los estudiantes del programa. Como parte del programa de Bienestar Estudiantil, se cuenta con una zona en el primer piso para la oficina de bienestar donde se disponen de oficinas para servicios de orientación estudiantil. Igualmente, una sala para el descanso de profesores de cátedra. Asimismo, se cuenta con espacios en los pisos 2,3 y 4 para el funcionamiento administrativo de la sede.

Campus UIS - Salud

La Facultad de Salud, situada junto al Hospital Universitario de Santander, se encuentra ubicada en la zona norte de Bucaramanga y cuenta con un área construida de 16.600 m^2, ubicados sobre un predio de 1,24 hectáreas. Actualmente aloja a las escuelas de Medicina, Microbiología, Fisioterapia, Enfermería y Nutrición y Dietética. En adición, se encuentran ubicados laboratorios de investigación, aulas de clase, auditorios, centros de estudios, bibliotecas, salas de cómputo, zonas deportivas, parqueaderos, morgue, anfiteatro y dependencias administrativas, entre otros. Además, la Facultad UIS Salud cuenta con laboratorios de investigación ubicados los cuales están dotados con equipos modernos y de tecnología de punta. En la Tabla 58 se presentan estos laboratorios.

Tabla 58. Laboratorios Facultad UIS Salud

EDIFICIO	LABORATORIO	AREA [m2]	CAPACIDAD
EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB. ORGANOLEPTICA	271,99	15

EDIFICIO	LABORATORIO	AREA [m2]	CAPACIDAD
EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB SALA EVAL. CONDICION FISICA	39,15	4
EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB. FISICOCORPORAL	73,18	50
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	SANGUINEAS LAB. CLINICO	10,69	3
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LABORATORIOS DE BACTERIOLOGIA	486,16	30
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. TOXICOLOGIA Y FARMACOLOGIA	163,38	30
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. TOXICOLOGIA AMBIENTAL	21,77	0
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. CLINICO	189,69	35
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. NELSON URIBBE	37	0
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB DE HEMATOLOGIA	78,1	30
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. CENTRAL DE INVESTIGACIONES	79,73	35
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. CDI	83,16	10
EDIFICIO ROBERTO SERPA	LAB. SIMULACION CLINICA	267,2	30
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. DINAMOMETRIA	29,19	1
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB.ELECTRODIAGNOSTICOS	16,42	1
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. INTERVENCION FISIOTERAPEUT	18,78	3
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB.VALORACION DIAG. FISIOTEP.	11,26	1
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. CALIBRACION EQUIPOS	12,52	8
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. CONTROL MOTOR Y ENTRENAMIENTO	61,02	5
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB.FISIOLOGIAL DEL EJERCICIO	47,99	40
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. CINESIOLOGIA Y MOTRICIDAD	49,01	41
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. MODALIDADES DEL EJERCICIO TERAPEUTICO	55,14	12
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. SIMULACION	100,59	10
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	SALA PREPARACION DE CADAVERES	31,8	10
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB SALA TALLER	17,88	5
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. PATOLOGIA	97,01	50
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. HISTOLOGIA	100,63	40
04-EDIFICIO ELOY VALENZUELA	MUSEO MUEST. ANOTOMOPATOLOGICAS	35,73	0
04-EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB. HISTOPATOLOGIA	64,37	10
04-EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB INMUNOHISTOQUIMICA	14,69	2
04-EDIFICIO ELOY VALENZUELA	LAB PROCESAM. MAT. QUIRURGICO	13,98	4
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. BALANZAS Y FOTOMETRIA	24,37	10
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. DE BIOQUIMICA	219,63	40
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LAB. FISIOLOGIA	163,98	30
EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	LABORATORIO DE ESFUERZOS	26,42	15
EDIFICIO MORFOPATOLOGIA	LAB. GENETICA	73,94	11
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. DE PREPARACION DE REACTIVOS Y VIDEOS	23,18	2
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. ELECTRO FISIOLOGIA ANIMALES PEQUEÑOS	17,51	3

EDIFICIO	LABORATORIO	AREA [m2]	CAPACIDAD
EDIFICIO ORLANDO DIAZ-BIBLIOTECA	LAB. EXP. CON ANIMALES	26,3	3
EDIFICIO ROBERTO SERPA	LAB CIRUGIA EXPERIMENTAL	51,37	35

Fuente: Facultad de Salud UIS (2022)

Campus UIS Guatiguará

El campus UIS Guatiguará, localizada en el municipio de Piedecuesta, es el escenario en el que se hospeda la iniciativa "Parque Tecnológico Guatiguará – PTG", proyecto de ciencia, tecnología e innovación liderado por la UIS, para acelerar el desarrollo del ecosistema de innovación regional, mediante la intensificación del saber científico y tecnológico, la transferencia tecnológica entre los actores generadores de conocimiento y las empresas, y la creación de nuevas empresas basadas en el conocimiento y la investigación.

Adicional a su condición de plataforma para articular la generación e intensificación del conocimiento desde los Grupos y Centros de Investigación Científico – Tecnológicos de la Universidad con las problemáticas y necesidades del sector productivo, el PTG desempeña un importante rol como escenario complementario a los Campus mayoritariamente orientados a la docencia, para el cumplimiento de las funciones misionales de investigación y extensión de la UIS.

Como misión, este importante espacio de ciencia e investigación plantea se un modelo de transferencia de tecnología y conocimiento que contribuye al incremento de la riqueza del departamento de Santander y el país y al desarrollo de una cultura innovadora, en un entorno de excelencia, que promueve la creación y crecimiento de empresas e instituciones de base tecnológica, al tiempo que apoya la transformación productiva de los sectores estratégicos existentes.

Áreas estratégicas de conocimiento del PTG

En el PTG se desarrollan actividades de investigación y desarrollo tecnológico centradas principalmente en 4 áreas estratégicas, de las cuales, dos son muy afines al programa de Ingeniería Biomédica. Estas áreas corresponden a:

- Biotecnología y agroindustria.
- Materiales.
- Tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Recursos energéticos.

Laboratorios centrales del PTG

El Parque cuenta con una serie de laboratorios que permiten el desarrollo de actividades, de docencia, investigación y extensión. Estos espacios se listan a continuación.

- Difracción de Rayos X
- Microscopía
- Resonancia Magnética Nuclear
- Espectrometría de Masas

- Espectroscopía
- Ciencia de Superficies
- Análisis Petrofísicos
- Geoquímica del Petróleo
- Tomografía
- Supercomputación y Cálculo Científico de Alto Rendimiento
- Epidemiología Molecular Virológica

Las facilidades instaladas en los laboratorios del PTG contribuyen al cumplimiento de la función misional de investigación de la UIS, tanto la formativa (estudiantes de pregrado), como aquella más formal que se focaliza hacia la generación de nuevo conocimiento, y que se materializa en los trabajos de investigación de los estudiantes de maestría, en las tesis de los estudiantes de doctorado y en los proyectos de investigación internos y externos y en los convenios de cooperación científico tecnológica, en que trabajan los profesores adscritos a los diferentes grupos y centros de investigación que allí tienen asiento.

Los espacios físicos del PTG permiten además la prestación de servicios de extensión científica, los cuales consisten en la realización e interpretación de pruebas de laboratorio, varias de ellas acreditadas bajo la norma ISO 17025, para un amplio espectro de empresas y sectores industriales. Además, algunos de los proyectos de investigación adelantados por los Grupos y Centros de la Universidad han concluido con el desarrollo de conocimiento protegible; en cabeza de la UIS hay 54 patentes de invención que es necesario comenzar a rentabilizar mediante su licenciamiento o la creación de spin offs.

10.2. PLATAFORMAS Y HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

La infraestructura tecnológica de la universidad soporta el desarrollo de actividades académicas, de investigación y extensión, así como la administración y gestión de estas funciones misionales. Como soporte principal a estas actividades la Universidad dispone de una red de datos LAN institucional implementada con una topología soportada en 3 grandes capas (CORE, DISTRIBUCION, ACCESO) esto garantiza que la infraestructura de red sea escalable y pueda mantener un desempeño óptimo. Los switches CORE y DISTRIBUCIÓN se interconectan por medio de enlaces de fibra óptica al igual que los switches de DISTRIBUCION y ACCESO que son los centros de cableado en cada uno de los edificios de todos los campus y sedes de la universidad, estos switches de ACCESO reciben la conexión de los equipos de cómputo, access point outdoor e indoor y equipos de telefonía IP. A la fecha, la red LAN institucional cuenta con aproximadamente 7500 computadores para profesores, estudiantes y empleados, más de 300 switches, 693 Access Points's, más de 1500 extensiones telefónicas, 70 equipos servidores y más de 7500 puntos de red cableados.

Para protección de la red, se cuenta con equipos dedicados para control y mitigación de vulnerabilidades de red (firewalls, solución IPS y anti-spam) y herramientas de monitoreo de esta, que permiten reaccionar oportunamente ante fallas. Esta infraestructura de red cubre tanto a las sedes metropolitanas de la universidad (campus central, Facultad de Salud, campus Floridablanca, Bucarica y Guatiguará), como a sus sedes regionales (Barrancabermeja, Socorro, Málaga y Barbosa).

La red LAN institucional permite a la comunidad universitaria el acceso de manera rápida y eficiente a todos sus servicios, tales como correo electrónico, navegación web, y uso de aplicaciones informáticas de misión crítica. La universidad cuenta con el apoyo de múltiples salas de cómputo ubicadas en sus diferentes sedes las cuales se utilizan principalmente para actividades académicas que requieran soporte informático directo. Las salas de videoconferencia se utilizan para reuniones virtuales con pares investigadores, presentaciones y sustentaciones de trabajos de estudiantes, entrevistas virtuales, reuniones virtuales de comités, etc. Las unidades de medios audiovisuales permiten grabar / reproducir reuniones, presentaciones, clases, etc.

Para el desarrollo del programa de Ingeniería Biomédica se cuenta con herramientas y plataformas tecnológicas que facilitan y soportan los procesos pedagógicos síncronos y asíncronos, así como el trabajo independiente y colaborativo del estudiante. Entre estas están:

- **Moodle:** plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionarle a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados.
- **COMA:** plataforma académica desarrollada por el grupo de innovación y desarrollo Calumet de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, donde se prestan servicios de comunicación e información a través de foros, noticias, eventos, servicio de correo, así como el servicio de aula virtual.
- **Jupyter Notebook:** entorno de trabajo interactivo que permite desarrollar código en Python de manera dinámica, a la vez que integrar en un mismo documento tanto bloques de código como texto, gráficas o imágenes. Herramienta de código abierto.
- **Zoom:** es un servicio de basado en la nube que permite la realización de reuniones, seminarios web con video, salas de conferencia, sistema telefónico y mensajerías instantánea. Permite la interacción en tiempo real mediante chats y la grabación de las sesiones. Esta herramienta cuenta con licencia institucional; los estudiantes, profesores y administrativos pueden hacer uso de esta plataforma mediante el correo electrónico activo con los dominios @uis.edu.co y @correo.uis.edu.co.
- **Microsoft Teams:** es una plataforma basada en la nube cuyo principal objetivo es la colaboración en equipo, en la que se pueden realizar reuniones de comunicación y colaboración; está integrado con un gran número de aplicaciones tradicionales de Microsoft Office 365 que permiten compartir documentos, llamadas y reuniones de audio y video. Esta herramienta cuenta con licencia institucional; los estudiantes, profesores y administrativos pueden hacer uso de esta plataforma mediante el correo electrónico activo con los dominios @uis.edu.co y @correo.uis.edu.co.
- **VC EXPRESSO:** es una herramienta de video conferencia que permite realizar y gestionar reuniones entre múltiples usuarios, la cual incluye: realizar reuniones con múltiples usuarios, chat en línea, grabar la sesión, compartir pantalla, permisos de los participantes y control de pizarra. Es una herramienta de Red Clara y RENATA.
- **SKYPE Empresarial:** es un software que permite realizar llamadas de audio y video de alta definición, grabación de llamadas y subtítulos en directo, mensajes inteligentes, llamadas a teléfonos fijos y celulares, pantalla compartida y conversaciones privadas. Esta herramienta cuenta con licencia institucional; los estudiantes, profesores y administrativos pueden hacer uso de esta plataforma mediante el correo electrónico activo con los dominios @uis.edu.co y @correo.uis.edu.co.

- **Servicios de almacenamiento en la nube:** disponibles en la plataforma de Microsoft (mediante los correos @uis.edu.co y @correo.uis.edu.co) y plataforma de Google (mediante los correos @saber.uis.edu.co).

10.2.1. Centro de Tecnología de Información y Comunicación – CENTIC

En la sede central se encuentra disponible para la comunidad universitaria el Centro de Tecnología de Información y Comunicación –CENTIC- cuyo propósito es fortalecer las experiencias educativas, llevar la oferta de formación a nuevos ámbitos geográficos, flexibilizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, promocionar la innovación educativa y agregar valor a los procesos de investigación, transferencia tecnológica y gestión e interacción de la Universidad con la sociedad.

El CENTIC servirá de soporte para prácticas de laboratorio y fundamentaciones teóricas para el programa de Ingeniería Biomédica. En su edificio consta de cuatro pisos con 4.533 metros cuadrados donde se disponen los siguientes recursos:

- 27 aulas dotadas con 28 equipos (en promedio) de última tecnología, video proyector.
- 1 centro de control de seguridad, automatización y sonido.
- zonas de información y gestión de recursos (1 por piso).
- 1 vestíbulo principal para consulta y reserva de recursos.
- 1 sala para educación especial.
- El centro de servidores de los sistemas de información de la Universidad.
- 10 cabinas multimedios para repaso de video clases.
- 7 oficinas para desarrollo científico basado en TIC para educación.
- 1 sala para capacitación de profesores.
- 1 auditorio para video conferencia.
- 1 centro para cálculo numérico intensivo.
- 1 sala para capacitación en supercomputación.
- 1 centro de producción audiovisual.
- 3 salas de reuniones con posibilidad de videoconferencia para encuentro de investigadores.
- 1 oficina de dirección científica.

10.2.2. Proyección de la infraestructura física y tecnológica, así como el plan de adquisición, construcción o préstamo de espacios, físicos y virtuales, requeridos para el desarrollo del programa académico

En la UIS, la proyección de la infraestructura física y tecnológica, así como del plan de adquisición, construcción de los espacios de aprendizaje físicos y virtuales con que cuentan los programas académicos no están bajo la responsabilidad directa de las escuelas o departamentos que los dirigen y administran, en su lugar, estas actividades se ejecutan de manera mancomunada entre cada Unidad Académica Administrativa (UAA) y la administración central de la Universidad, de acuerdo con los recursos financieros disponibles, la estructura organizacional y los procesos diseñados para estos fines, tal como explica a continuación.

Como una institución de educación superior pública, del orden departamental, la Universidad es financiada con los aportes de la nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias. En cumplimiento de las normas institucionales y nacionales pertinentes, los recursos financieros disponibles se programan mediante un presupuesto general anual, que incluye de

una parte la estimación de los ingresos que se reciben de las fuentes arriba enunciadas y de otra, la asignación de los recursos para atender el gasto de funcionamiento y de inversión de todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad.

Para el direccionamiento de la inversión requerida para la construcción de infraestructura física y tecnológica, la Universidad cuenta con una herramienta de planeación institucional que se denomina Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPPIUIS), por medio de la cual, las diferentes unidades académicas y administrativas pueden gestionar recursos de inversión institucionales para financiar proyectos de inversión en infraestructura física o Tecnológica.

El BPPIUIS se encuentra debidamente organizado y reglamentado, de tal manera que los proyectos presentados a su consideración, luego de un proceso de revisión y análisis de viabilidad técnica, son presentados ante el Consejo Superior de la Universidad, instancia que aprueba lo proyectos y asigna los recursos, para luego ser ejecutados de acuerdo con la norma interna para la ejecución de proyectos de inversión.

Es así como la Universidad cuenta dentro de su estructura organizacional con dependencias que permiten administrar adecuadamente la inversión requerida para la construcción de infraestructura física y tecnológica, así como los instrumentos y mecanismos técnicos de planeación correspondientes, como son los planes maestros, que han permitido proyectar el desarrollo de la infraestructura física y tecnológica en un horizonte de treinta (30) años. De otra parte, por su carácter de universidad pública, en atención a las normas vigentes, la ejecución del presupuesto se realiza por anualidades, sin embargo, cuando los grandes proyectos de construcción lo requieren, el Consejo Superior autoriza apropiación de recursos presupuestales para vigencias futuras. Para la vigencia del año 2022, la Universidad dispuso en su presupuesto general anual la suma de sesenta y tres mil millones de pesos ($63.000 millones) para atender la inversión en construcciones.

Para el funcionamiento del programa de Ingeniería Biomédica, de forma específica se identifica necesario la creación de algunos laboratorios los cuales servirían de apoyo para el desarrollo de las actividades académicas y contribuirían de forma significativa al proceso de formación de los estudiantes. Estos laboratorios son los siguientes:

Tabla 59. Laboratorios requeridos para el programa

Laboratorio	Funcionalidad
Laboratorio de Instrumentación Biomédica	El Laboratorio de Bioinstrumentación busca facilitar el desarrollo de actividades y proyectos formativos y de profundización que hacen parte de diferentes actividades académicas del plan de estudios en el programa de Ingeniería Biomédica. Estaría equipado con tecnología de medición, equipos de cómputo y sensórica.
Laboratorio de Biología y Biotecnología	Este espacio se contempla para el desarrollo de actividades de investigación y docencia en diferentes áreas de la biotecnología y la biología como apoyo a diferentes asignaturas obligatorias y de énfasis del programa.
Laboratorio de Rehabilitación y Análisis del Movimiento	El laboratorio se centra en el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. La biomecánica es un área interdisciplinaria que se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido. El laboratorio contribuirá significativamente en valorar la capacidad

Laboratorio	Funcionalidad
	funcional global de la persona y proponer estrategias terapéuticas en caso necesario.
Laboratorio de Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas	El Laboratorio de Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas tendría como propósito sustentar el aprendizaje y el desarrollo de proyectos que involucren el preprocesamiento, análisis y la caracterización de señales e imágenes digitales en el contexto de la Ingeniería Biomédica.

10.2.3. Ejecución y resultados en los últimos siete (7) años, de la proyección de la infraestructura física y tecnológica

Para orientar su desarrollo, la UIS cuenta con un sistema de planeación institucional compuesto por instancias organizacionales y procesos de planeación debidamente articuladas que permiten contar con los instrumentos de planeación, que en su conjunto y manera sintética funciona de la manera como se muestra en los siguientes párrafos.

Técnicamente, todo el proceso de planeación institucional se concentra en Planeación, en donde se administran los procesos de planeación y programación de la actividad institucional, con la participación de las diferentes unidades académicas y administrativas y contando con el direccionamiento de las instancias de gobierno constituidas por el Consejo Académico y el Consejo Superior, en que se definen y aprueban las decisiones que definen el desarrollo institucional.

Desde la perspectiva operativa, el principal instrumento es el Plan de Desarrollo Institucional que se formula con fundamento en el Proyecto Institucional (PI) y la Misión y Visión Institucional y demás elementos requeridos, en cuya elaboración participa toda la comunidad universitaria. Los planes de desarrollo institucional no responden específicamente a un programa académico, sino a la institución como un todo, en donde caben todos y cada uno de los programas académicos y su duración se define en cada caso en particular, por ejemplo, el actual plan de desarrollo institucional se formuló y aprobó para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2030.

Los objetivos estratégicos consignados en el plan de desarrollo institucional vigente para cada periodo, constituyen el horizonte en que se formulan los programas anuales de gestión, que formulan todas y cada una de las instancias de gobierno de la Universidad, soportadas en los recursos financieros definidos en los presupuestos anuales respectivos y en el caso de la infraestructura física, se consignan los proyectos de construcción que se iniciarán en la respectiva vigencia anual, previa aprobación por parte del Consejo Superior de la Universidad, después de contar con el concepto de viabilidad por parte de la oficina de planeación y otras instancias administrativas que participan en el proceso.

Actualmente, para direccionar el desarrollo de infraestructura física, la Universidad cuenta con los Planes Maestros Integrales de Desarrollo Físico para las sedes de la Universidad, materializado en un conjunto de acciones de planificación y gestión, denominado el Taller del Plan Maestro de Infraestructura (T+PM) de la UIS. Este Plan Maestro (PM) constituye el instrumento de planificación de la infraestructura física, que proporciona un marco integrador de la política institucional de la UIS con sus objetivos, metas y estrategias, bajo criterios de eficiencia, funcionalidad y desarrollo sostenible. Así mismo, proporciona estrategias para guiar el desarrollo de las distintas propuestas en el corto, mediano y largo plazo.

El PM de infraestructura de la UIS se ha concebido como el instrumento rector de la planificación física de la Institución con un horizonte de 30 años, estructurado en fases complementarias e interrelacionadas, enmarcado en cuatro estrategias que determinan el marco de acción, estas son: campus líder en sostenibilidad e innovación; campus que evoluciona para todos; campus integrado y conectado; y campus que incorpora el futuro. Así mismo, y en el marco de las directrices institucionales se busca crear, desde la arquitectura, edificaciones sostenibles que favorezcan la actividad académica.

El T+PM, realizado durante el periodo de 2016 a 2018, obtuvo como resultado los PM de los campus de la sede central, de la Facultad de Salud, de la sede de Floridablanca, del Parque Tecnológico de Guatiguará, y de las sedes de los municipios del Socorro, Málaga y Barbosa y, la priorización de iniciativas y proyectos, incorporadas al PM desde 2017.

Algunos de los proyectos del plan maestro de infraestructura de la UIS finalizados y en ejecución, a la fecha, en el área metropolitana de Bucaramanga son los siguientes:

- Rehabilitación de edificios: residencias universitarias, Aula Máxima de Ingeniería Mecánica, Edificio Jorge Bautista Vesga - costado oriental, UISALUD, Aula Máxima de Ciencias, Edificio de Administración 1, Edificio Camilo Torres y Edificio de Bienestar Estudiantil.

- Construcción de nuevos edificios: Edificio de laboratorios de Ing. Mecánica, Edificio de Gestión Logística, Edificio de Administración 3, Edificio de Ciencias Humanas 2, Edificio de Investigaciones de la Facultad de Ciencias - EDIC, Edificio en Floridablanca, Edificio de Bienestar Profesoral y Edificios de Gestión Empresarial en Ciencia y Tecnología (GECT) 1 y 2 en el Parque Tecnológico de Guatiguará.

- Rehabilitación de espacios abiertos: nuevas plazoletas, rehabilitación de muros perimetrales, rehabilitación de la plazoleta Camilo Torres, rehabilitación de espacio de estancia sobre la calle de los estudiantes y nueva escultura, y parque lineal oriental junto al Colegio Tecnológico Damaso Zapata.

- Adecuación del campus de Floridablanca, de reciente construcción, la cual cuenta con infraestructura física dotada de aulas para la docencia, laboratorios, espacios para investigación, biblioteca y administración.

Cabe precisar que, actualmente, se tiene aprobada la construcción del nuevo edificio de la Facultad de Salud, que contará con un área de 27.285m2, donde se instalarán 37 laboratorios, 15 aulas, un auditorio con capacidad de 400 personas y parqueaderos subterráneos, con una inversión cercana a los 115 mil millones de pesos[77].

Como resultado de las acciones realizadas para flexibilizar los procesos académicos y de investigación, la universidad modernizó las aulas de clase convencionales y las dotó como aulas híbridas. Un salón híbrido es un aula acondicionada para que tanto los alumnos remotos como los presenciales puedan atender e interactuar en las clases. Es de resaltar que actualmente se ha finalizado la ejecución del proyecto de adaptación del 100% de los salones de docencia con un total de 483 aulas hibridas dotadas con la más alta tecnología, tanto en el campus principal, como en la Facultad de Salud y las cuatro sedes regionales (Barrancabermeja, Málaga, Barbosa y Socorro).

Los componentes tecnológicos de los salones híbridos de la UIS son: un computador que controla el resto de los dispositivos, un monitor, una pantalla industrial capaz de trabajar 24 horas continuas, una

[77] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Programa Operativo Anual de Inversiones - POAI, 2022, pág. 26.

cámara web, una barra de video conferencia, micrófonos omnidireccionales, una cámara de alta resolución (4k), juego de parlantes y control remoto. Estos equipos son un complemento tres en uno de una aplicación para cámara de video 4k con un enfoque de 6 metros, 6 micrófonos omnidireccionales y un sistema de amplificación estéreo de alta calidad. Así mismo, cuenta con pantallas de brillos especiales con una vida útil de 50 mil horas y pueden permanecer las 24 horas del día en funcionamiento continuo. También tienen una barra de sonido con unas captaciones de audio en 6 micrófonos omnidireccionales, capaz de focalizar al profesor, así como una alta sensibilidad en calidad en relación 4 k. La Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática cuenta con 11 aulas híbridas al servicio de sus programas de pregrado y posgrado.

Se resalta también el mejoramiento continuo de la infraestructura física al servicio de los programas de pregrado y posgrados de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. En los últimos años se han ejecutado proyectos que promueven la modernización física y tecnológica de los laboratorios de Óptica, Redes y Telemática, José Alberto Villabona Sepúlveda, Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BivL2ab) y Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales (HDSP). Así mismo, en el marco del proyecto de dotación y actualización de laboratorios de docencia liderado por la Vicerrectoría Administrativa, se asignó a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática el monto de $592.100.00 para la adquisición de equipos de cómputo y de laboratorio para la creación del "Laboratorio de tecnologías 4.0" el cual estará conformado por tres componentes: Internet de las Cosas - IoT, Inteligencia Artificial –IA y Cloud Computing, y que se encuentra al servicio de los programas de pregrado y posgrado de la Escuela.

10.2.4. Descripción de los procesos de asignación de la infraestructura física y tecnológica a la comunidad académica para su uso, de manera que se garantice la disponibilidad de la misma.

La asignación, distribución y evaluación de disponibilidad de infraestructura física y tecnológica en la Universidad Industrial de Santander se realiza periódicamente, con base en criterios como la revisión de ocupación de aulas, de uso de espacios físicos y de las proyecciones de las necesidades de la comunidad académica. Con base en esta valoración, la cual se realiza desde las unidades académicas y desde la dirección universitaria, se toman decisiones de inversión para mejora o ampliación.

La administración de los espacios del Edificio del Campus Floridablanca tendrá un coordinador de espacios, quien se encargará del préstamo de los mismos durante el semestre y la programación del uso de las aulas al inicio de cada periodo académico de acuerdo con los requerimientos de los programas que utilicen sus espacios, recurriendo a la Dirección de Admisiones cuando se demandan aulas en otros campus.

10.2.5. Plan de desarrollo, mantenimiento, actualización, renovación y reposición de infraestructura física y tecnológica.

Para orientar su desarrollo, la UIS cuenta con un sistema de planeación institucional compuesto por instancias organizacionales y procesos de planeación debidamente articulados que permiten contar con los instrumentos de planeación que permiten su buen funcionamiento.

Técnicamente, todo el proceso de planeación institucional se concentra en la Oficina de Planeación, en donde se administran los procesos de planeación y programación de la actividad institucional, con la participación de las diferentes unidades académicas y administrativas y contando con el direccionamiento de las instancias de gobierno constituidas por el Consejo Académico y el Consejo Superior, en que se definen y aprueban las decisiones que definen el desarrollo institucional.

Desde la perspectiva operativa, el principal instrumento es el Plan de Desarrollo Institucional – PDI- que se formula con fundamento en el Proyecto Institucional (PI) y la Misión y Visión Institucional y demás elementos requeridos, en cuya elaboración participa toda la comunidad universitaria. Los planes de desarrollo institucional no responden específicamente a un programa académico, sino a la institución, en donde caben todos y cada uno de los programas académicos y su duración se define en cada caso en particular. El actual plan de desarrollo institucional se formuló y aprobó para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2030.

Los objetivos estratégicos consignados en el PDI vigente para cada periodo, constituyen el horizonte en que se formulan los programas anuales de gestión, que formulan todas y cada una de las instancias de gobierno de la Universidad, soportadas en los recursos financieros definidos en los presupuestos anuales respectivos y en el caso de la infraestructura física, se consignan los proyectos de construcción que se iniciarán en la respectiva vigencia anual, previa aprobación por parte del Consejo Superior de la Universidad, después de contar con el concepto de viabilidad por parte de la Oficina de Planeación y otras instancias administrativas que participan en el proceso.

Actualmente, para direccionar el desarrollo de la infraestructura física, la Universidad cuenta con los Planes Maestros Integrales de Desarrollo Físico para las sedes de la Universidad, materializado en un conjunto de acciones de planificación y gestión, denominado el Taller del Plan Maestro de Infraestructura (T+PM) de la UIS.

Este Plan Maestro (PM) se constituye en el instrumento de planificación de la infraestructura física, que proporciona un marco integrador de la política institucional de la UIS con sus objetivos, metas y estrategias, bajo criterios de eficiencia, funcionalidad y desarrollo sostenible. Asimismo, proporciona estrategias para guiar el desarrollo de las distintas propuestas en el corto, mediano y a largo plazo.

El PM de infraestructura de la UIS se ha concebido como el instrumento rector de la planificación física de la Institución con un horizonte de 30 años, estructurado en fases complementarias e interrelacionadas. Asimismo, y en el marco de las directrices institucionales se busca crear, desde la arquitectura, edificaciones sostenibles que favorezcan la actividad académica.

El T+PM, realizado durante el periodo de 2016 a 2018, obtuvo como resultado los Planes Maestros de los campus de la sede central "Ciudad Universitaria", de la Facultad de Salud, de la sede de Floridablanca, del Parque Tecnológico de Guatiguará, y de las sedes de los municipios del Socorro, Málaga y Barbosa y, la priorización de iniciativas y proyectos, incorporadas al PM desde 2017.

El PM del campus Ciudad Universitaria considera intervenciones en varias edificaciones, espacio público, verde y libre; y predios aledaños al campus de la siguiente manera:

- En edificaciones: remodelación o ampliación de edificios existentes, restauración, demolición y reemplazo, y nuevas edificaciones.
- En espacio público, verde y libre: adecuación según el Manual de Paisaje UIS, creación de nuevo espacio público y liberación de zonas ocupadas por vehículos en superficie.
- En predios aledaños al campus: intervenciones en el espacio público de la ciudad adyacente al campus y consideración de adquisición de predios para futura expansión.

En la Tabla 60, se presentan los recursos destinados para inversión física por parte de la Institución, en los últimos 7 años.

Tabla 60. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión física (millones de pesos)

Rubro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión física	6.018	9.858	42.683	25.014	66.901	72.713	63.571

Fuente: Presupuesto de cada vigencia, ejecutado, consolidado

Como se puede observar, la planta física en la Universidad se ha ido acondicionando, en la medida de las posibilidades y necesidades, con el enfoque de facilitar el acceso y tránsito de las personas con limitaciones físicas; esto se evidencia en la creación de políticas[78] que fomentan los espacios físicos inclusivos y, en el Plan Maestro de Infraestructura de la UIS, que contempla la adecuación de obras existentes y nuevas mediante acciones que eviten, disminuyen y eliminen las diferentes barreras en el diseño, construcción o restructuración de edificios para facilitar la accesibilidad.

Para el mantenimiento de la planta física se cuenta con la División de Planta Física, dependencia adscrita a la Vicerrectoría Administrativa, encargada de mantener los espacios físicos en condiciones ambientales y de seguridad que permitan desarrollar las actividades académicas y administrativas y, además, responder por la oportuna asesoría y la eficaz prestación de los servicios de albañilería, plomería, carpintería, soldadura, pintura, jardinería, celaduría, transporte y aseo[79].

Como todas las UAA de la Universidad, la División de Planta Física elabora y ejecuta un plan de gestión anual, en donde se registran los compromisos de mantenimiento preventivo que se ha diseñado el año anterior y, además, durante todo el año, recibe y atiende solicitudes de mantenimiento correctivo de las dependencias de la Institución.

A esta dependencia se les asigna, durante cada vigencia presupuestal anual, las partidas requeridas para su normal funcionamiento, tal como se muestra en la Tabla 61, para las últimas vigencias presupuestales.

Tabla 61. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Planta Física

Dependencia	Presupuesto aprobado 2015-2021 (millones de pesos)						
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
División Planta Física Funcionamiento	9.774	12.092	13.026	14.987	17.886	19.274	18.716

Fuente: Presupuesto aprobado para cada vigencia

10.2.6. Disposición de espacios físicos y virtuales que le faciliten al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje por fuera del aula, de tal forma que se soporte el tiempo de aprendizaje independiente

Las cuatro sedes contempladas para prestar sus espacios para la formación de los estudiantes de Ingeniería Biomédica cuentan con espacios físicos y virtuales disponibles, los cuales facilitan al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje tanto en el aula como fuera de ella. Los espacios físicos se encuentran descritos en capítulo 10. Infraestructura Física y Tecnológica.

En relación con los espacios virtuales, los estudiantes tienen acceso permanente al aula virtual de aprendizaje Moodle, a los recursos bibliográficos en línea, plataformas académicas institucionales,

[78] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 32 de 2019. Artículo 12.

[79] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 057 de 2004. Numeral 5.5

Plataforma para el aprendizaje de idiomas, Altissia, servicio de internet alámbrico y wifi gratuito e ilimitado en los campus universitarios.

10.2.7. Mecanismos que garantizarán que la infraestructura física y tecnológica permitirá superar las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente, con información particular de la UAA a cargo del programa.

El marco institucional para garantizar la accesibilidad está establecido en el Acuerdo No. 32 de 2019 del Consejo Superior, mediante la formulación de la Política de educación inclusiva para aspirantes, estudiantes y graduados de la UIS, la cual tiene un carácter transversal e integral en todos los procesos de la Universidad, especialmente en los misionales como son la docencia, la investigación y la extensión, así como en la gestión administrativa, el bienestar y el desarrollo humano.

El propósito fundamental de esta política es orientar, en un horizonte gradual y a largo plazo, el actuar institucional hacia la detección, análisis y eliminación de las barreras para el aprendizaje y la participación de las comunidades objeto de esta.

La política reglamenta las acciones y condiciones para la atención educativa a los grupos priorizados en la implementación de la educación superior inclusiva, entre otros: las personas con discapacidad; grupos étnicos (indígenas, comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, pueblo rom o gitano); población víctima del conflicto armado en Colombia; mujeres víctimas y víctimas de minas antipersonales - map, de municiones sin explotar- muse y de artefactos explosivos improvisados; población desmovilizada y desvinculada del conflicto armado; población habitante de frontera y cualquier otro grupo de personas discriminadas o marginadas que demandan especial protección del estado por su condición económica, física o mental o se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta, en los términos previstos en el artículo 13 de la Constitución Política y el ordenamiento jurídico general.

Las acciones para la implementación de la política van dirigidas a los integrantes de los grupos priorizados, y tiene por objeto promover el acceso, permanencia y graduación en los programas académicos de pregrado y posgrado que oferta la Universidad. Estas acciones se orientan a su vez por principios, definiciones y enfoques orientadores establecidos en el acuerdo.

Contemplando lo anterior, la planta física de la Universidad se ha adaptado a las posibilidades y necesidades, para facilitar el acceso y tránsito de las personas con limitaciones físicas; esto se evidencia en la creación de políticas[80] que fomentan los espacios físicos inclusivos y, en el Plan Maestro de Infraestructura de la UIS, que contempla la adecuación de obras existentes y nuevas mediante acciones que eviten, disminuyen y eliminen las diferentes barreras en el diseño, construcción o reestructuración de edificios para facilitar la accesibilidad a los mismos.

Para la implementación de acciones que faciliten el acceso y tránsito de personas con limitaciones físicas incluyen a los integrantes de los grupos priorizados y tiene por objeto promover el acceso, permanencia y graduación en los programas académicos de pregrado y posgrado que oferta la Universidad. Estas acciones se orientan a su vez por principios, definiciones y enfoques orientadores establecidos en el acuerdo.

Desde la perspectiva de la formación, la UIS se compromete a la formación integral y a la promoción de manera progresiva, a través de las instancias pertinentes, de la formación permanente de docentes

[80] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 32 de 2019. Artículo 12.

en el manejo de estrategias y herramientas pedagógicas y didácticas que apoyen el proceso de formación profesional de los estudiantes en condición de vulnerabilidad, así mismo, a fomentar la investigación relacionada con los avances en aprendizaje de los estudiantes objeto de la política.

Igualmente la Universidad se compromete a fomentar espacios físicos inclusivos, dispuestos y disponibles para la integración de las personas en su relación consigo mismas, con el entorno social, el paisaje, y el ambiente construido de la mera segura, tales como escenarios deportivos, escenarios culturales, cafeterías, plazoletas, senderos, parqueaderos, baterías sanitarias, vías y transporte vehicular interno, construcción y señalización de vados, adecuación y construcción de rampas, instalación de pasamanos, reparación de andenes, cambio de losas de concreto, señalética y pisos táctiles.

Asimismo, es importante mencionar que como mecanismo de fortalecimiento y adecuación y adaptación de la infraestructura a los requerimientos de bioseguridad implementados por la emergencia sanitaria dada por la pandemia de COVID-19, la universidad durante el primer semestre de 2021 realizó la adecuación de 483 aulas híbridas, cada aula cuenta con los siguientes equipos y elementos para el buen desarrollo de las actividades académicas: un computador de escritorio, una pantalla de tipo industrial donde se proyectará tanto material de clase, como conexión y videollamadas con los estudiantes que se conecten de forma remota; una cámara web, barra de videoconferencia, micrófonos omnidireccionales y cámaras de alta resolución.

11. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

La política general de "Mejoramiento de la calidad y pertinencia de los programas académicos de la UIS" es señalada desde diferentes estamentos normativos, en los que se esbozan los lineamientos conducentes a la excelencia. Entre estos se encuentran:

El Estatuto General. En los artículos 11, 12 y 13[81] se estipula:

> ARTÍCULO 11. La Universidad ofrecerá un servicio público cultural de excelencia, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a las características cualitativas y cuantitativas de la infraestructura institucional, a la vocación de servicio de la comunidad educativa y administrativa y a las metas y condiciones de desarrollo institucional.
>
> ARTÍCULO 12. La Universidad Industrial de Santander, organizará y pondrá en funcionamiento un sistema que le permita garantizar a la sociedad el cumplimiento de sus objetivos con alta calidad. Para ello desarrollará en forma continua procesos de evaluación de sus funciones docentes, de investigación y extensión, así como de la administración de la Universidad.
>
> ARTÍCULO 13. La Universidad participará en los sistemas nacionales de acreditación e información sometiendo al análisis crítico externo sus actividades y su funcionamiento.

El Proyecto institucional. Al asumir con espíritu crítico su devenir frente a retos concretos, cuyas respuestas contribuirán al desarrollo de la vida institucional la UIS se compromete a "Promover la cultura de la excelencia y la gestión del conocimiento en todos los niveles del devenir institucional. La primera se fundamenta en la autoevaluación permanente y en la integración y mejora continua de los procesos para que sean más ágiles, oportunos, flexibles y que soporten mejor la toma de decisiones. La gestión del conocimiento consiste en su uso mediante prácticas que faciliten la comunicación, la articulación y la cooperación, tanto dentro de la UIS como de esta con el exterior, a fin de dar respuesta a problemas y necesidades comunes"[82].

En el Proyecto institucional, la Universidad definió 6 enfoques estratégicos que expresan el compromiso institucional con el cumplimiento de la misión y el logro de los propósitos establecidos en la visión, con fundamento en la convergencia de los valores y principios que orientan el quehacer institucional. En este punto, es importante resaltar el enfoque de la cultura de la excelencia académica "La comunidad universitaria compromete todos los procesos con la búsqueda responsable de la excelencia. Para esto, realiza permanentes autoevaluaciones académicas y administrativas con miras al mejoramiento continuo de los ámbitos de acción que constituyen la vida institucional"[83].

[81] Acuerdo No. 166 de 1993 del Consejo Superior, Op. cit., p. 04.
[82] Acuerdo No. 026 de 2018, Op. cit., p. 5-6.
[83] Acuerdo No. 026 de 2018, Op. cit., p. 14.

El Plan de Desarrollo Institucional 2019 – 2030[84]**.** A partir del conjunto de premisas contempladas en la Misión, Visión, los valores y principios institucionales, y los enfoques estratégicos, en lo concerniente a la autoevaluación, el mejoramiento continuo y la debida planeación se ha establecido que: "Considerando la evolución en el sistema de acreditación nacional y la necesidad de abordar acreditaciones con enfoque internacional, la Universidad asume el reto de mantener la meta de, en un plazo razonable, obtener la acreditación de todos los programas de pregrado y postgrado acreditables. Igualmente, es de importancia trabajar por el incremento en la vigencia de acreditación institucional y de programas, ya que estas miden el nivel de madurez en la calidad académica".

La Universidad ha diseñado diversos mecanismos para el seguimiento, la evaluación y el mejoramiento continuo de los procesos y logros de los programas académicos. Estos se enuncian a continuación:

Sistema de planeación y evaluación institucional de la Universidad, aprobado en el Acuerdo No 30 de 1997 del Consejo Académico, por el cual las unidades académicas formulan, ejecutan y evalúan un plan de gestión anual, que encierra un conjunto de proyectos a realizarse durante la vigencia, en correspondencia con el plan de desarrollo institucional y su perspectiva de progreso. De esta manera, se logra ejercer una autorregulación sobre el quehacer de cada unidad, dado que con la aprobación y registro del plan anual se asume la responsabilidad de cumplir los compromisos señalados en éste, a la vez que su construcción propicia una mirada interna de los alcances y propósitos de la Escuela para focalizar sus esfuerzos en aquellos aspectos considerados prioritarios para el logro de sus objetivos.

Mediante el Acuerdo No. 70 de 2005 del Consejo Superior, se suprime la Dirección de Evaluación y Control de Gestión y se crea la Dirección de Control Interno y Evaluación de Gestión que, además de las funciones que le confiere la ley, es responsable de los siguientes procesos:

- Liderar la formación de la comunidad universitaria en la cultura del autocontrol, la autorregulación y la autogestión.
- Liderar la administración del riesgo institucional.
- Realizar auditoría a los procesos estratégicos, misionales y de apoyo.
- Liderar la evaluación de gestión institucional.
- Apoyar y acompañar la solución de conflictos administrativos en la Universidad.
- Coadyuvar en la relación con entidades externas.

Las auditorías en las escuelas permiten un examen sistemático, objetivo e independiente de los procesos, actividades, operaciones y resultados de esta unidad académica, permitiendo la emisión de juicios basados en evidencias sobre los aspectos más importantes de la gestión, los resultados obtenidos y la satisfacción de los involucrados. Se ha de señalar que la Resolución No. 111 de 2006 de Rectoría designa el procedimiento de auditoría interna en la Universidad.

[84] Acuerdo No. 047 de 2019 del Consejo Superior. Plan de Desarrollo Institucional 2019 – 2030, p. 27.

El Sistema de Control Interno de la Universidad, adoptado mediante Resolución No. 1343 de 2005 de Rectoría, articula en su estructura los diferentes métodos y procedimientos de prevención, corrección y evaluación a la forma de operación de la Universidad. Por esta razón configura los subsistemas, componentes y elementos que, interrelacionados bajo un enfoque sistémico, generan un método de control para garantizar el cumplimiento de los objetivos universitarios. Por disposición del artículo 1 del Decreto 1599 de mayo de 2005 de Presidencia de la República, en el sistema se acoge el modelo estándar de control interno descrito en dicho decreto, el cual ha sido modificado según las necesidades propias de la Universidad en ejercicio de la autonomía universitaria. En el año 2019, mediante el Acuerdo No. 34 del Consejo Superior, la Universidad creó el Comité Institucional de Gestión y Desempeño de la Universidad y puso en operación el Modelo Integrado de Planeación y Gestión –MIPG- que en una de sus dimensiones acoge el sistema de control interno vigente hasta ese momento.

La Coordinación de Evaluación de la Calidad Académica se crea mediante el Acuerdo No. 072 de 2005 del Consejo Superior. Esta dependencia, adscrita a la Vicerrectoría Académica, forma parte del sistema de autoevaluación de la Universidad y se encarga de dirigir los procesos de evaluación tendientes a incrementar la calidad de la formación, la investigación y la extensión desarrollada en la institución, teniendo como funciones:

- Proponer las políticas y lineamientos generales de los procesos de evaluación.
- Promover la revisión continua de los procesos de evaluación, mediante la generación de mecanismos participativos para la construcción en colectivo.
- Asesorar las unidades académico-administrativas en la implementación de sus procesos de evaluación para generar la autoevaluación y el mejoramiento continuo como cultura institucional.
- Producir y difundir los resultados de las evaluaciones realizadas para nutrir la reflexión - acción al nivel institucional.

La estrategia organizacional para la evaluación y mejoramiento de la calidad de los procesos académicos, de la cual hará parte el programa de Ingeniería Biomédica, en el marco del proceso de autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad, ha sido establecida en el Acuerdo No. 100 del 2006 del Consejo Académico. Específicamente esta estrategia consiste en la creación de la red de apoyo para la evaluación y el mejoramiento de la calidad de los procesos académicos, y tiene como propósito lograr el acompañamiento durante el desarrollo de los procesos académicos, así como el intercambio de experiencias y la cooperación entre las unidades académicas y administrativas de la Universidad. En consecuencia, se orienta a desarrollar de una manera más organizada y efectiva los procesos académicos y de evaluación, con miras a lograr mayor calidad, coherencia y unidad de criterios en su desarrollo.

El Nodo Coordinador, creado para cumplir esta función, está conformado por el Vicerrector Académico, el coordinador de evaluación de la calidad académica, el profesional asistente de esta coordinación, los decanos de facultad y el director del IPRED. El Nodo Coordinador realiza seguimiento y evaluación de todos los procesos académicos de la universidad, empezando por las solicitudes de Registro Calificado, los procesos de autoevaluación con fines de acreditación,

las modificaciones y reformas de plan de estudios y la creación de programas. Los Nodos de Facultad, representados por cada decano, deben rendir informe del estado de los procesos trimestralmente, de acuerdo con los cronogramas presentados por cada Unidad Académica al iniciar cada año.

El nodo de escuela o programa será el Consejo de Escuela, liderado por el director de escuela o el profesor en el cual se delegue la coordinación del proceso. El Consejo de Escuela deberá establecer la organización y la metodología adecuada para el desarrollo de los procesos, garantizando la participación de profesores, estudiantes y egresados.

Según el Acuerdo No 100 de 2006 del Consejo Académico, son funciones del nodo de escuela o programa:

- Definir el plan de trabajo a seguir durante el desarrollo de los procesos académicos y de evaluación.
- Desarrollar los procesos académicos y de evaluación.
- Socializar con la comunidad educativa del programa los avances y resultados de los procesos académicos y de evaluación.
- Realizar informes de avance sobre el desarrollo de los procesos académicos y de evaluación.
- Establecer y aplicar mecanismos internos de control y seguimiento al desarrollo de los procesos académicos y de evaluación.
- Solicitar al nodo de facultad la asesoría que requieran para solucionar las inquietudes o necesidades que se generen durante el desarrollo de los procesos académicos y de evaluación.
- Presentar al nodo de facultad o al IPRED las recomendaciones o sugerencias que consideren necesarias o pertinentes para mejorar los procesos académicos y de evaluación.

Como estrategias para garantizar el funcionamiento de la red se han establecido algunas de acompañamiento entre las que se encuentran las asesorías personalizadas, asesorías grupales, capacitaciones, programas de actualización –como participación en eventos–, y diferentes estrategias de seguimiento y control que, con la finalidad de verificar el avance de los procesos, identifican dificultades o necesidades y establecen acciones pertinentes para superarlas.

Otro de los mecanismos es el desarrollo de espacios periódicos de evaluación y de seguimiento en las diferentes unidades académicas y administrativas de la Universidad, representados, por el Consejo de Escuela y el claustro de profesores. En las reuniones de dichos cuerpos colegiados, con la representatividad de los profesores, estudiantes y directivos, se tratan asuntos concernientes al seguimiento y la evaluación de los procesos, logros y resultados del programa, así como, la evaluación de su vigencia en la sociedad, con el objetivo de emprender acciones dirigidas al mejoramiento continuo de sus programas.

De esta manera, atendiendo el requerimiento de la coordinación de evaluación de la calidad académica, se analizarán anualmente en el Consejo y claustro de profesores, los resultados de las pruebas Saber-Pro, para adelantar estrategias encaminadas a mejorar el rendimiento de los

estudiantes en dichas pruebas. Asimismo, según como se dispone en el Reglamento Estudiantil de Pregrado de la UIS, en su Título V, Capítulo I, Artículo 70, se revisarán periódicamente los objetivos generales y específicos de los programas, la distribución de las asignaturas en el plan de estudios, el contenido de los diferentes cursos, los requisitos, y su intensidad horaria. El espíritu de la norma citada es la evaluación permanente al interior de los programas, en este sentido el programa de Ingeniería Biomédica, en el marco de la normatividad vigente a nivel nacional, se compromete a evaluar las condiciones de calidad en lo referente a resultados de aprendizaje, competencias y pertinencia social del programa.

Entre otros aspectos, se analizará el papel que desempeña el docente y las prácticas pedagógicas que se implementan, el papel que juega el estudiante en el proceso de formación, el sentido de la evaluación de los aprendizajes y la relación con el proceso de formación, elementos todos que se insertan en el debate actual sobre la calidad de la educación y, específicamente, de la educación superior.

En lo concerniente a la autorregulación del programa, si bien las políticas en materia de docencia, investigación, extensión y cooperación internacional son tomadas en las instancias superiores de decisión de la Universidad, siendo realimentadas y presentadas a la comunidad universitaria a través de los Consejos de Facultad y de Escuela, en el espacio de la normatividad y en el interior del Consejo de Escuela y del claustro de profesores de la Escuela, se analizan, discuten y acuerdan decisiones ligadas a su quehacer, como las enmarcadas, por ejemplo, en la formulación del plan de gestión anual y el plan de formación docente, donde existe la participación de los estamentos en cabeza de sus representantes.

Este proceso de evaluación incluye transversal y permanentemente, el análisis de la situación actual del entorno social y profesional de la disciplina en la región, en el país y en el mundo globalizado. Se ha de resaltar que el cuerpo docente y las directivas del programa muestran permanentemente una actitud favorable hacia la autoevaluación y el perfeccionamiento en correspondencia con la filosofía institucional. La operacionalización de esta política y este compromiso se han reflejado a nivel de la institución y del programa en:

- El diseño y puesta en funcionamiento de una estrategia organizacional para fomentar el trabajo colaborativo, el intercambio de experiencias, el desarrollo eficiente de los procesos y garantizar el cumplimiento de las metas y de los plazos que aseguren el registro calificado y la acreditación de los programas. Esto se materializa en la Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos (RAEMA)[85] que incluye los nodos de escuela, facultad e IPRED y el nodo coordinador institucional.

- El establecimiento de lineamientos para la creación, modificación, reforma y extensión de los programas académicos. Incluye, la estructura del proyecto educativo de los programas académicos de la UIS (PEP) y lo define como "propuesta de acción, que

[85] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo 100 de 2006.

permite orientar, de acuerdo con los lineamientos institucionales, los procesos académicos, administrativos y de gestión que favorecen el logro de los propósitos de formación y del perfil profesional de un programa académico".

- El diseño y la implementación, con base en los lineamientos del CNA, del Sistema de Autoevaluación de Programas Académicos (SIAPAD). Propuesta metodológica para el desarrollo de la autoevaluación con fines de acreditación que tiene como fin apoyar, agilizar y utilizar la experiencia adquirida en estos procesos.

11.1 AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

El programa de Ingeniería Biomédica se acoge los lineamientos institucionales en materia de autoevaluación de programas de pregrado. La metodología de autoevaluación contempla tres conceptos básicos, que se definen de la siguiente manera:

- **Factores:** son grandes áreas de desarrollo que expresan los elementos con los que cuenta tanto la institución como el programa que contenga los componentes estructurales, misión, propósitos y objetivos del programa con las funciones sustantivas de investigación, docencia y proyección social.
- **Características***:* se encuentran referidas a los factores anteriormente, a través de ellas se hace perceptible el grado en que el programa logra la calidad de su desempeño.
- **Indicadores:** reflejan las características y posibilitan observar o apreciar su desempeño en una situación dada. Los indicadores expresan atributos susceptibles por lo tanto podrían ser cualitativos o cuantitativos.

El modelo contiene los doce (12) factores definidos por el Consejo Nacional de Educación Superior CESU[86] Acreditación y se listan a continuación:

- **Factor 1.** Proyecto educativo del programa e identidad institucional. Proyecto Educativo del Programa y Relevancia académica y pertinencia social del programa académico.
- **Factor 2.** Estudiantes. Participación en actividades de formación integral; Orientación y seguimiento a estudiantes; Capacidad de trabajo autónomo; Reglamento estudiantil y política académica; Estímulos y apoyos para estudiantes.
- **Factor 3.** Profesores. Selección, vinculación y permanencia; Reglamentación para Profesores; Número, dedicación, nivel de formación y experiencia; Desarrollo profesoral; Estímulos a la trayectoria profesoral; Producción, pertinencia, utilización e impacto de material docente; Remuneración por méritos; Evaluación de profesores;
- **Factor 4.** Egresados. Seguimiento de los egresados e Impacto de los egresados en el medio social y académico.
- **Factor 5.** Aspectos académicos y resultados de aprendizaje. Integralidad de los aspectos curriculares; Flexibilidad de los aspectos curriculares; Interdisciplinariedad; Estrategias

[86] Acuerdo 02 de 2020 - EL CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR – CESU

pedagógicas; Sistema de evaluación de estudiantes; Resultados de aprendizaje; Competencias; Evaluación y autorregulación del programa Académico; Vinculación e interacción social.

- **Factor 6.** Permanencia y Graduación. Políticas, estrategias y estructura para la permanencia y la graduación; Caracterización de estudiantes y sistema de alertas tempranas; Ajustes a los aspectos curriculares; Mecanismos de selección.
- **Factor 7.** Interacción con el entorno nacional e internacional. Inserción del programa en contextos académicos nacionales e internacionales; Relaciones externas de profesores y estudiantes; Habilidades comunicativas en una segunda lengua.
- **Factor 8.** Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa académico. Formación para la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación; Compromiso con la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación.
- **Factor 9.** Bienestar de la comunidad académica del programa. Programas y servicios; Participación y seguimiento.
- **Factor 10.** Medios educativos y ambientes de aprendizaje. Estrategias y recursos de apoyo a profesores; Estrategias y recursos de apoyo a estudiantes; Recursos bibliográficos y de información.
- **Factor 11.** Organización, administración y financiación del programa académico. Organización y administración; Dirección y gestión; Sistemas de comunicación e información; Estudiantes y capacidad institucional; Financiación del programa académico; Aseguramiento de la alta calidad y mejora continua.
- **Factor 12.** Recursos físicos y tecnológicos. Recursos de infraestructura física y tecnológica; Recursos informáticos y de comunicación.

Resultado de la Autoevaluación

El Informe de Autoevaluación nos permite tener una perspectiva y un mejoramiento continuo del programa, durante la vigencia del tiempo en el registro calificado y que permita el paso que asegura que la Universidad y el programa se apropien de una cultura de la calidad y el mejoramiento continuo. Los resultados obtenidos en la evaluación de cada uno de los factores y características que constituyen la metodología sirven para determinar la calidad del programa a través de la valoración interpretativa de la calidad de cada característica y factor.

Plan de mejoramiento

Por último, se presenta un Plan de Mejoramiento donde se debe plantear cómo el programa aspira profundizar fortalezas y a mejorar debilidades. Este plan debe incluir metas que permitan hacer un seguimiento al mismo, a través de actividades programadas, según los indicadores de gestión que permitan monitorear su desarrollo. La planificación institucional se debe articular con los planes de mejoramiento de cada uno de los programas.[87]

La unidad académica asumirá el liderazgo de este proceso y propiciará que en él participe de manera amplia la comunidad académica (profesores, estudiantes, egresados, directivos). Este

[87] Lineamientos para la Acreditación de programas CNA. Informe de Autoevaluación.

autoestudio se desarrollará de manera integral, con el propósito de mejorar la calidad del programa y, por ende, de la institución, y de asegurar a la sociedad que cumple con los más altos requisitos de calidad y realiza sus propósitos y objetivos.

Experiencia de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

En el marco de la experiencia de autoevaluación la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática cuenta con amplia experiencia en diferentes procesos para la evaluación de sus programas tanto de pregrado como de posgrado. Recientemente, se realizó el proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación, en el marco del proceso de renovación de registro calificado. Este proceso se inspiró y tomó como referente el marco de la acreditación de alta calidad de programas en Colombia. Los objetivos se enmarcaron en función de construir un juicio de la calidad del Programa con base en las evidencias de aspectos claves y de las apreciaciones de la comunidad académica del mismo; formular un plan de mejoramiento que permita consolidar o proyectar las fortalezas y superar las debilidades y favorecer la cultura de la calidad y el mejoramiento continuo del Programa.

Lo anterior, permitió identificar aspectos susceptibles de mejorar del programa y de la Escuela, tales como:

- Aumentar la visibilidad del Programa y de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de manera que permitan conocer al exterior de la Institución las oportunidades que se ofrecen a nivel de formación integral y de bienestar institucional.
- Socializar las estrategias institucionales y del programa para evitar la deserción y fomentar la graduación en el tiempo establecido, así como aquellas que permiten el trabajo interdisciplinar.
- Divulgar y fomentar del uso de convenios con instituciones, especialmente a nivel nacional, para la movilidad de estudiantes y profesores
- Implementar mecanismos y estrategias de evaluación periódicas del programa.
- Formalizar actividades de cooperación y colaboración realizadas por los grupos de investigación y los estudiantes con instituciones extranjeras con las que no existe un convenio firmado institucionalmente.
- Promoción de la vinculación de estudiantes y profesores visitantes provenientes de universidades extranjeras en actividades de docencia e investigación, aprovechando recursos institucionales como el Portafolio de la VIE.

Dado que la Escuela asumirá el liderazgo del proceso de autoevaluación del proceso de autoevaluación y propiciará que en él participe de manera amplia la comunidad académica (profesores, estudiantes, egresados, directivos), esta experiencia previa resulta de gran valor para el programa de Ingeniería en Biomédica. Este autoestudio se desarrollará de manera integral, con el propósito de mejorar la calidad del programa y, por ende, de la institución, y de asegurar a la sociedad que cumple con los más altos requisitos de calidad y realiza sus propósitos y objetivos.

12. RECURSOS FINANCIEROS

La Universidad Industrial de Santander – UIS- es una universidad pública del orden departamental con autonomía administrativa, financiera y académica; se financia con los aportes de la Nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias. La ejecución de los recursos obtenidos, de las fuentes anteriormente mencionadas, se organiza mediante un presupuesto general, es decir, que incluye la programación de los ingresos y egresos para todas y cada una de las dependencias que conforman la Universidad.

El presupuesto General se elabora siguiendo la normatividad institucional establecida mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 067 del año 2003, denominado Estatuto Presupuestal de la Universidad Industrial de Santander, y además se tienen en cuenta todas las normas legales vigentes que aplican para la Universidad.

El Estatuto establece los procesos de programación, elaboración, presentación, aprobación, modificación y control presupuestal, al cual deben ceñirse todas las dependencias de la Universidad.

Planeación, es la unidad encargada de preparar anualmente el Proyecto de Presupuesto para ser presentado al Consejo Académico y Consejo Superior, consolida las proyecciones de ingresos y gastos que elaboran todas las dependencias a través de los diferentes fondos definidos en la Universidad:

- **Común**: comprende los fondos disponibles para el desarrollo de las operaciones ordinarias de la Universidad generados por conceptos de aportes gubernamentales, ingresos propios por concepto de matrículas de pregrado presencial y posgrados no autofinanciables, entre otros.
- **Ajenos**: administra los recursos aportados por diferentes entidades u organismos para el desarrollo de programas de investigación y proyectos especiales, con destinación específica.
- **Patrimonial**: maneja los recursos por concepto de donaciones para financiar estudiantes de bajos recursos.
- **Rentas Especiales**: maneja los dineros generados por prestación de servicios, consultoría, educación continuada, programas de extensión, educación a distancia y posgrados semiescolarizados, entre otros.
- **Estampilla Pro-UIS**: maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla para financiar la inversión.
- **Estampilla ProUnal y demás universidades estatales de Colombia**: maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla en el Fondo Nacional de las Universidades Estatales de Colombia para financiar inversión.

La División Financiera, es la dependencia encargada de la ejecución presupuestal, control de recursos físicos y financieros, brinda asesoría y apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas en el manejo de los recursos, y se encarga de presentarlos informes financieros a la Dirección de la Universidad y las entidades externas que lo requieran.

El presupuesto de la Universidad Industrial de Santander está conformado por el Presupuesto General y los capítulos independientes al presupuesto, atendiendo las disposiciones contenidas en el Estatuto Presupuestal aprobado por Acuerdo del Consejo Superior No. 67 de 2003 y sus modificaciones posteriores.

Para la vigencia fiscal 2023 el presupuesto aprobado asciende a la suma de cuatrocientos sesenta y cuatro mil noventa y ocho millones doscientos cinco mil quinientos cincuenta pesos ($464.098.205.550). Los ingresos están conformados por: Aportes de la Nación, del Departamento y las Rentas Propias[88].

El aporte de la nación incluye:

- Partida programada en el Presupuesto Nacional, por $205.094.439.830, correspondiente al aporte ordinario para funcionamiento incluidos los recursos adicionales a la base presupuestal.
- Aporte por $3.309.122.730, atendiendo el artículo 87 de la Ley 30 de 1992.
- Reembolso de $998.000.390, por descuentos realizados a los estudiantes que hayan ejercido el derecho al voto, en atención a lo establecido en la Ley 403 de 1997 y sus modificaciones posteriores.
- Otros aportes, por $2.300.000.000 correspondientes a otros recursos adicionales provenientes de excedente de cooperativas.
- Aporte para cesantías, por $3.303.228.480 correspondiente al 81,6% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas desde el 2008 hasta la fecha a los empleados que se retiraron durante este período o se cambiaron al régimen de la Ley 50, en trámite de cobro.

El aporte del Departamento de Santander está conformado por:

- La partida asignada en la Ordenanza No. 016 del 27 de agosto de 2008, por valor equivalente a 20.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes, distribuidos así:
    - 10.000 SMMLV para Inversión en la sede central
    - 10.000 SMMLV para desarrollo del programa de regionalización
- El aporte para cesantías por un monto de $406.426.640 correspondiente al 10,04% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas desde el 2008 hasta la fecha.

Las rentas propias, bajo la estructura de ingresos que ha utilizado la Universidad, están integradas por: los ingresos corrientes, recursos de capital, venta de bienes y servicios, estampilla Pro-UIS, estampilla Pro-UNAL, otras rentas y los recursos administrados, destinados a la actividad de investigación. Los ingresos corrientes se estimaron con un incremento del 12,22% para el 2023. Los ingresos por concepto de la Estampilla Pro-UIS ascienden a $40.154.400.000, partida proyectada por la Secretaría de Hacienda Departamental.

El funcionamiento de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática está soportado por los siguientes fondos:

[88] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo 061 de 2022

- Fondo Común 6570: donde se encuentran los recursos asignados por la universidad a partir de aportes gubernamentales, ingresos por matrículas y otros, y que son usados para el funcionamiento de los programas subsidiados de pregrado y posgrado, entre estos, el programa de Ingeniería Biomédica. Los egresos de este fondo corresponden a rubros de funcionamiento correspondientes a servicios personales de docentes y administrativos, y profesores cátedra. Para la vigencia del año 2023, se aprobó el presupuesto de ingresos y egresos del Fondo Común 6570 por un valor de cuatro mil ochocientos noventa y cinco millones cuatrocientos un mil sesenta pesos moneda corriente ($4.895.401.060)
- Fondo especial 7075: donde registran los ingresos por concepto de venta de servicios, convenios, seminarios, cursos de extensión ofrecidos por la escuela y/o los grupos de investigación y se ejecutan los gastos relacionados como servicios personales de planta temporal, papelería, tiquetes aéreos, gastos de viaje, salidas de campo, entre otros. El presupuesto aprobado en 2023 para el fondo especial es de ciento siete millones novecientos veinte tres mil ochocientos pesos moneda corriente ($107.923.800)

REFERENCIAS

Berglund, J. (2015). The Great Divide: Some worry of a gap between what is being taught in American university undergraduate BME programs and the job market. IEEE pulse, 6(2), 42-45.

ABET. (2020). Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2019 – 2020. Disponible en: https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2019-2020/.

Clúster Santander. (2022). Clúster Salud. Disponible en: https://clustersantander.com/bienvenido-cluster-salud/#:~:text=En%20los%20%C3%BAltimos%20a%C3%B1os%20el,prestaci%C3%B3n%20de%20servicios%20de%20alto.

Clúster Santander. (2022). Implementación Salud Área Metropolitana de Bucaramanga. Disponible en: https://clustersantander.com/proyectos-estrategicos/en-funcionamiento/implementacion-salud-amb-fortalecimiento-de-la-competitividad-de-las-empresas-pertenecientes-a-la-iniciativa-cluster-de-la-industria-de-productos-y-servicios-medicos-en-bucaramanga-y-su-area-metropolitana/.

Deloitte. (2022). Global health care Outlook. Disponible en: https://www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/global-health-care-sector-outlook.html.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Consulta de Distribuciones SGR. Disponible en:https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/Paginas/Sistema-General-de-Regal%C3%ADas---SGR.aspx

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, 'Colombia, Potencia Mundial de la Vida'. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND%202022/Bases-PND2022-2026_compilado-CEVC15-10-2022.pdf.

Dokos, S. (2015). Biomedical Engineering Education "Down Under": the Australian Experience. *IEEE pulse, (2015) Disponible en: https://www.embs.org/pulse/articles/biomedical-engineering-education-australian-experience/*

Gobierno de Colombia. (2019). Misión internacional de sabios para el avance de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf.

International Trade Administration. (2019). Healthcare Resource Guide - Colombia. Disponible en: https://www.trade.gov/healthcare-resource-guide-colombia.

INNPULSA Colombia. (2022). Colombia: Construyendo el ecosistema HealthTech. Avances en emprendimiento, innovación y tecnología al servicio de la salud. Disponible en: https://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/documentos-recursos-pdf/Short_healthtech.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias). (2019). Misión de Sabios Colombia- 2019. Disponible en: https://minciencias.gov.co/mision_sabios

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias). (2022). La ciencia en cifras. Disponible en: https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias). (2022). Programa de oferta institucional. Disponible en: https://minciencias.gov.co/convocatorias/todas.

Observatorio Laboral para la Educación. (2022). Vinculación Laboral de Recien Egresados. Disponible en: http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/tasa-de-cotizacion-por-programas.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). Envejecimiento y Salud. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health.

Organización Mundial del Trabajo (OIT). (2022). El futuro del trabajo el mundo de la industria 4.0. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_749337.pdf

Pallikarakis, N. (2022). Biomedical/clinical engineering education and certification: fifty years of actions.. Health Technol. 12, 671–678 (2022). https://doi.org/10.1007/s12553-022-00664-9

Ranking de Shangai. (2022). Academic Ranking of World Universities (ARWU). Disponible en: http://www.shanghairanking.com/rankings/arwu/2022.

Reynolds, P. (2015). An Italian Education: IEEE Pulse talks with Riccardo Pietrabissa, president of Italy's National Bioengineering Group, about Italian progress and challenges in biomedical engineering education. in IEEE Pulse, vol. 6, no. 4, pp. 58-60, July-Aug. 2015, doi: 10.1109/MPUL.2015.2428831.

Ríos Rincón, A. M., Cruz, A. M., Rodríguez Cheu, L. E., & Chaparro, J. (2010). La ingeniería biomédica en Colombia: una perspectiva desde la formación del pregrado. Revista Ingeniería Biomédica, 4(7), 23-34.

Salinas, N. E. (2015). El rol del ingeniero biomédico en la sociedad. Revista Médica Hondureña, 83(3-4), 167-169.

Sistema Nacional de Información para la Educación Superior SNIES. (2022). Consulta de programas. Disponible en: https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas.

Soler López, F. A. (2009). La bioingeniería y la ingeniería biomédica en Colombia. Revista Ingeniería Biomédica, 3(5), 31-32.

Sheet, D.(2015). Notes from India: Fuzzifying Biomedical Engineering Education. *EEE pulse, (2015) Disponible en:https://www.embs.org/pulse/articles/notes-india-fuzzifying-bme-engineering-education/*

Universidad del Rosario. (2018). Modelo de trayectorias de aprendizaje de la Universidad del Rosario. Disponible en: https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/19291/2_Modelo_de_Trayectorias_de_Aprendizaje_UR_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Universidad Industrial de Santander. Proyecto Institucional Acuerdo No. 026 de 2018 Consejo Superior. Disponible en: www.uis.edu.co.

Urrea, C., Duque, J. y Vásquez, E., (2021). Capstone design en los programas de ingeniería: Una revisión sistemática. Hamut´ay, 8 (2), 31-42, http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v8i2.2288

ANEXOS

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



ANEXO A. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOÉMICA

1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Con el objetivo de indagar en la posible demanda que podría tener un programa de Ingeniería Biomédica con las particularidades que plantea la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander (UIS), se tiene la necesidad de realizar una revisión general de la oferta regional, nacional e internacional de programas en esta área. Esta revisión es importante, dado que el programa de Ingeniería Biomédica planteado por la UIS se ofertará en 8 semestres y estará basado en una metodología centrada en el estudiante que incorpore a lo largo del currículo la formación ingenieril, biomédica y empresarial requerida para que los profesionales puedan apoyar procesos que transformen e innoven su campo de estudio en negocios económicamente viables en el sector salud. Lo anterior, lo hace un programa único en la región y con un potencial formador de profesionales con competencias y habilidades relevantes para el mercado laboral nacional y regional.

Para conocer las tendencias de formación en Ingeniería Biomédica, los programas de formación afines al área, las condiciones de oferta y demanda, y el potencial de articulación de un programa de estas características en el departamento de Santander, se consultaron las siguientes fuentes de información secundarias:

- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Organización Panamericana de la Salud (OPS)
- Sistema Nacional de Información para la Educación Superior (SNIES)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
- Observatorio Laboral para la Educación
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia
- Cámara de Comercio de Bucaramanga
- Ministerios de Hacienda, Educación, Trabajo, oficinas de estadísticas laborales, y afines de Colombia, Estados Unidos, Chile y Argentina
- Publicaciones académicas de análisis de programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería a nivel nacional e internacional
- Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería nacionales e internacionales

2. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA DE PROGRAMAS DE INGENIERÍA BIOMÉDICA Y BIOINGENIERÍA A NIVEL NACIONAL

En el área de Ingeniería Biomédica, se incorpora además en la consulta el programa de Bioingeniería dado que, de acuerdo con los perfiles de formación, son afines en sus campos de interés. En este sentido, se

realizó una revisión del SNIES[89], a partir de la cual se encontró que 25 universidades en Colombia ofrecen 24 programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y 4 programas de pregrado en Bioingeniería (programas activos), de las cuales 21 son Instituciones privadas y 4 son públicas. Estos se encuentran ubicados en mayor medida en la ciudad de Bogotá con 8 programas, en Medellín 5, en Cali 4, En Barranquilla 2, En Cartagena 2, en Bucaramanga 2, y los restantes 5 programas están distribuidos en Pereira, Tuluá, Popayán, Manizales y Cajicá. El municipio de Bucaramanga solo cuenta con 2 instituciones de carácter privado que ofertan el programa de Ingeniería Biomédica, la Universidad Manuela Beltrán y la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), siendo el único municipio que cuenta con esta oferta académica en el departamento de Santander.

Tabla 1. Oferta de programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería

Nombre Institución	Tipo de Institución	Nombre del Programa	Título que otorga el programa	Número Créditos	Semestres Duración	Municipio Oferta del Programa
Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	153	9	Bucaramanga
Universidad Manuela Beltrán - UMB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	160	10	Bucaramanga
Corporación Universitaria Reformada - CUR -	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	155	10	Barranquilla
Universidad Simón Bolívar	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	166	10	Barranquilla
Universidad Antonio Nariño	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	163	10	Cartagena
Universidad Tecnológica de Bolívar	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	169	10	Cartagena
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá D.C.
Universidad Antonio Nariño	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	9	Bogotá D.C.
Universidad de Los Andes	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	134	8	Bogotá D.C.
Universidad ECCI	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	180	10	Bogotá D.C.
Universidad El Bosque	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	155	9	Bogotá D.C.
Universidad Manuela Beltrán - UMB-	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	154	8	Bogotá D.C.
Fundación Universitaria del Área Andina	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	162	9	Bogotá D.C.
Pontificia Universidad Javeriana	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	136	8	Bogotá D.C.
Universidad Militar-Nueva Granada	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	169	10	Cajicá
Universidad Autónoma de Occidente	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	157	9	Cali
Universidad Santiago de Cali	Privada	Bioingeniería	Bioingeniero	154	10	Cali
Pontificia Universidad Javeriana	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	149	8	Cali
Universidad de San Buenaventura	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	156	9	Cali
Universidad Autónoma de Manizales	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	177	10	Manizales

[89] Consulta realizada en el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior SNIES, septiembre 2022.

Nombre Institución	Tipo de Institución	Nombre del Programa	Título que otorga el programa	Número Créditos	Semestres Duración	Municipio Oferta del Programa
Instituto Tecnológico Metropolitano	Pública	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	162	10	Medellín
Universidad CES	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	161	9	Medellín
Universidad de Antioquia	Pública	Bioingeniería	Bioingeniero	183	10	Medellín
Universidad EIA	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	179	10	Medellín
Corporación Universitaria Reformada - CUR	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	155	10	Medellín
Institución Universitaria Visión de las Américas	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	168	10	Pereira
Universidad Antonio Nariño	Privada	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	163	10	Popayán
Unidad Central del Valle del Cauca	Pública	Ingeniería Biomédica	Ingeniero Biomédico	166	10	Tuluá

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) – Min Educación, 2022

En los programas ofertados en Colombia, se encontraron diferencias en el número de créditos y en el total de semestres requeridos para la formación de sus profesionales. De los 24 programas en Ingeniería Biomédica, 14 programas tienen 10 semestres académicos, 7 programas tienen 9 semestres y 3 programas tienen 8 semestres. Del total de los 28 programas analizados el promedio del total de créditos es de 161, el número total de créditos que más se repite en las instituciones es de 154 créditos. El máximo y mínimo de total de créditos es respectivamente 183 y 134. Es importante mencionar que todos los programas consultados se ofrecen en modalidad presencial, no se encuentran evidencias de programas con oferta de formación 100% virtual en estas áreas.

A nivel de formación posgradual, existen 28 programas activos en el territorio nacional, de los cuales 16 son ofrecidos por universidades oficiales y 12 por universidades privadas. En ubicación geográfica la mayor parte de los programas se encuentran concentrados en Bogotá y Antioquia. En Santander, se ofrecen 3 programas académicos, 1 de doctorado y 2 de maestría, como se observa en la tabla 2. De los 3 programas de posgrados en el área de Biomédica que se ofertan en Santander, más específicamente en Bucaramanga, 2 de ellos son de la Universidad Industrial de Santander: Doctorado en Ciencias Biomédicas y la Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas, siendo está una fortaleza importante para la creación del programa de Ingeniería Biomédica.

Tabla 2. Programas de posgrado en el área de Ingeniería Biomédica

Departamento	Doctorado	Maestría	Especialización	Total
Bogotá D.C	3	5	1	9
Antioquia	1	3	1	5
Atlántico	1	1	-	2
Bolívar	1	-	-	1
Caldas	1	1	-	2
Quindío	1	1	-	2
Risaralda	1	-	-	1
Santander	1	2	-	3
Tolima	1	-	-	1
Valle del Cauca	1	1	-	2
Total general	**12**	**14**	**2**	**28**

Fuente: Ministerio de Educación Nacional. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2022

3. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA DE PROGRAMAS DE INGENIERÍA BIOMÉDICA Y BIOINGENIERÍA A NIVEL INTERNACIONAL

Si bien en Colombia esta área no cuenta con un extenso número de programas como los de las ingenierías más tradicionales, a nivel internacional sí cuenta con una oferta amplia, razón por la cual solo se hará referencia a los programas ofrecidos por las 15 mejores universidades en el área según el Ranking de Shangai[90] para 2021.

Tabla 3. Ranking Shanghai 15 mejores universidades en el mundo en áreas afines a la Ingeniería Biomédica

Ranking Mundial	Institución	Programa(s) Pregrado ofrecido (s)	País	Puntaje total en el Ranking
1	Harvard University	Bioengineering Biomedical Engineering	Estados Unidos	301.3
2	Shanghai Jiao Tong University	Biomedical Engineering	China	264.6
3	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Minor Program in Biomedical Engineering	Estados Unidos	244.3
4	Stanford University	Biomedical Engineering	Estados Unidos	235.8
5	Fudan University	Biomedical Engineering Biotechnology	China	245.1
6	University of Michigan-Ann Arbor	Biomedical Engineering	Estados Unidos	227.2
7	Zhejiang University	Biomedical Engineering	China	224.2
8	Soochow University (China)	Biomedical Engineering	China	222.8.
9	Johns Hopkins University	Biomedical Engineering Biotechnology	Estados Unidos	215.7
10	Seoul National University	Bioengineering	Corea del Sur	212.4
11	National University of Singapore	Bioengineering	Singapur	211.7
12	University of Pittsburgh	Bioengineering	Estados Unidos	211.7
13	Sichuan University	Biomedical Engineering	China	210.8
14	Peking University	Biotechnology	China	223.0
15	Imperial College London	Biomedical Engineering Nanoscience & Nanotechnology	Inglaterra	207.4

Fuente: Ranking de Shangai (2022)

De acuerdo con lo expuesto en la tabla 3 se observa que de las 15 mejores universidades que ofrecen programas en el área de la Ingeniería Biomédica 6 se ubican en Estados Unidos y 6 en China. Solo la Universidad de Sao Paulo, localizada en Brasil, se ubica en el ranking con los programas: i) *Biomedical Engineering, ii) Biochemical Pharmacy, iii) Biological Science* y *iv) Biomedical Informatics*.

Desde otra perspectiva la IEEE Pulse realizó durante el año 2015 un estudio de la educación en Ingeniería Biomédica en Estados Unidos, Japón, Australia, India e Italia. De acuerdo con esta publicación se tiene que en general la cantidad de programas de Ingeniería Biomédica ha venido en aumento, en Estados Unidos, por ejemplo, entre 1990 y 2000 aumentaron de 25 a 100 programas académicos. Para el 2015 era uno de

[90] El Ranking de Shanghai utiliza seis indicadores objetivos para clasificar las universidades del mundo. Estos indicadores son el número de alumnos y profesores que han ganado premios Nobel y medallas Fields, el número de investigadores altamente citados, el número de artículos publicados en revistas de Nature y Science, el número de artículos indexados en Science Citation Index - Expanded (SCIE) y Social Sciences Citation Index (SSCI), y el rendimiento per cápita respecto al tamaño de una institución. AMRU califica más de 1.200 universidades al año y las 500 mejores se publican en la web.

los programas con mayor demanda. En el caso de Australia se menciona que en los últimos años estos programas han seguido creciendo en número, y que solo en Sidney se tenían 3 instituciones que ofrecían programas en el área y 11 en todo el país. En Italia, de acuerdo con Riccardo Pietrabissa, presidente del Grupo Nacional de Bioingeniería entre 2013–2014, habían 13 programas de tres años y 14 programas de dos años en Ingeniería Biomédica con un total de 7.500 estudiantes; 2.900 de ellos eran nuevos estudiantes y 1.500 graduados ese año. En cuanto a la India, se menciona que la Ingeniería Biomédica ha tenido una creciente aceptación de esta área en los últimos años, lo cual se ha traducido en un aumento de los programas ofertados en el área.

Específicamente, el aumento de la oferta de estos programas, tanto a nivel nacional como internacional, se ha visto sustentado en el incremento de la demanda de dispositivos y procedimientos biomédicos. Además, las sociedades modernas tras la búsqueda de prolongar la expectativa de vida de sus habitantes han ampliado la creación de soluciones biomédicas para responder a los complejos problemas de salud de los seres humanos.

En este sentido, con el avance de la tecnología y la expansión de la demanda de equipos y dispositivos médicos de vanguardia, la Ingeniería Biomédica, a veces llamada Bioingeniería, es un campo en rápido crecimiento. Se espera que los bioingenieros y los ingenieros biomédicos vean un crecimiento del empleo a medida que continúa aumentando la demanda de dispositivos y procedimientos biomédicos, como los reemplazos de cadera y rodilla. Es así, que de acuerdo con el portal web de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos de 2014 a 2024, se proyecta que el empleo para ingenieros biomédicos crezca un 23%, creciendo tres veces más rápido que otras carreras.

4. ESTADO DE LA DEMANDA DE FORMACIÓN A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional el Observatorio Laboral para la Educación muestra los siguientes resultados de ocupación de Ingenieros Biomédicos y Bioingenieros en el país para el periodo 2014-2016.

Tabla 4. Tasa de cotizantes e ingreso de los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia

FORMACIÓN ACADÉMICA	AÑO DE MEDICIÓN	2014	2015	2016	PROMEDIO
Ingeniería Biomédica	Tasa de cotizantes	81,73%	85,17%	77,90%	81,60%
	Ingreso	$ 1.959.468	$ 2.003.621	$ 2.250.060	$ 2.071.050
Bioingeniería	Tasa de cotizantes	83,10%	83,40%	80,20%	82,23%
	Ingreso	$ 2.102.755	$ 2.297.496	$ 2.459.777	$ 2.286.676
Promedio	Tasa de cotizantes	82,42%	84,29%	79,05%	81,92%
	Ingreso	$ 2.031.112	$ 2.150.559	$ 2.354.919	$ 2.178.863
	Promedio en SMMLV	3,3	3,3	3,4	3,4

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación. Búsqueda Vinculación Laboral General- ingreso y tasa de cotizantes por programa

En el departamento de Santander, como se mencionó anteriormente, solo se tienen egresados de la Universidad Manuela Beltrán y la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la estadística de ocupación y remuneración más reciente encontrada es la siguiente para los años 2014 a 2016:

Tabla 5. Tasa de cotizantes e ingreso de los programas de Ingeniería Biomédica en Santander

FORMACIÓN ACADÉMICA	AÑO DE MEDICIÓN	2014	2015	2016	PROMEDIO
Ingeniería Biomédica	Tasa de cotizantes	75.2%	75.3%	75,8%	75,4%
	Ingreso	$ 1.951.657	$ 2.259.548	$ 2.143.910	$ 2.118.372
	Ingreso en SMMLV	3,2	3,5	3,1	3,3

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación

Las cifras anteriores pueden ser contrastadas con información entregada por el DANE en su informe Saber para decidir del año 2016 en el cual reporta que "de 284.518 personas graduadas en formación superior en 2015, 217.606 se vincularon laboralmente durante 2016", es decir, existía una tasa de cotizantes del 76,48%. También informa que en 2017, las personas ocupadas con formación superior recibieron salarios desde $1.108.894 hasta $4.138.799, para el nivel profesional este promedio fue de $ 2.271.595.

A partir de la información, se observa que la tasa de ocupación de los profesionales en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería egresados de Instituciones de Educación Superior de Santander es inferior al promedio de estas carreras a nivel nacional, aunque es mayor que el promedio general nacional. En cuanto al salario se observa que el promedio de los profesionales en Ingeniería Biomédica y Bioingeniería a nivel nacional y en Santander, es mayor al del promedio nacional general. Por otra parte, cifras del Servicio Público de Empleo (SPE) muestran que el sector salud concentra la mayoría de las vacantes ofrecidas, en 2018 del total de las vacantes vigentes, 28,67% están en salud; 7,62% en TIC; 5,34% en turismo; 1,56% en infraestructura; 0,71% en hidrocarburos. El resto de los sectores concentran 56,09% restante, para el 2019.

Empleabilidad en el sector

Según el Observatorio laboral para la Educación, a partir del seguimiento realizado en 2019 a los graduados da cuenta de que a medida que los colombianos avanzan en su formación profesional, se vinculan al mercado laboral de forma más fácil, con mejores condiciones laborales y con la posibilidad de un incremento de sus salarios. Las cifras de graduados de educación superior en Colombia para el año 2019 alcanzaron los 507.338 titulados, duplicando el número de total de graduados respecto a 2010, donde esta cifra era de 257.294.

Para potenciar sus posibilidades de inmersión en el campo laboral, en general el egresado de programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería desarrollará competencias que le posibilitan desempeñarse profesionalmente en el desarrollo de nuevos dispositivos y procesos para mejorar las prácticas médicas. A nivel nacional el Observatorio Laboral para la Educación muestra a 2019 el número de cotizantes dependientes Ingenieros Biomédicos y Bioingenieros con sus respectivas asignaciones salariales por Salarios Mínimos Legales Vigentes (SMLV) en el país. Estas cifras se pueden observar en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia para 2018 y 2019

	Rango salarial	Periodo graduación		Periodo graduación	
		Año		Año	
		2019	Porcentaje	2018	Porcentaje
		Graduados cotizantes dependientes		Graduados cotizantes dependientes	
Ingeniería Biomédica	1 SMMLV	41	10,9%	19	6,1%
	Entre 1 y 1,5 SMMLV	105	27,9%	66	21,2%
	Entre 1,5 y 2 SMMLV	75	19,9%	58	18,6%
	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	56	14,9%	57	18,3%
	Entre 2,5 y 3 SMMLV	49	13,0%	52	16,7%

	Entre 3 y 3,5 SMMLV	20	5,3%	16	5,1%
	Entre 3,5 y 4 SMMLV	14	3,7%	15	4,8%
	Entre 4 y 4,5 SMMLV	3	0,8%	15	4,8%
	Entre 4,5 y 5 SMMLV	6	1,6%	5	1,6%
	Entre 5 y 6 SMMLV	5	1,3%	7	2,2%
	Entre 8 y 9 SMMLV	1	0,3%	1	0,3%
	Entre 9 y 11 SMMLV	1	0,3%	1	0,3%
Total		**376**	**100**	**312**	**100**
Mediana		**Entre 1,5 y 2 SMMLV**		**Entre 2 y 2 ,5 SMMLV**	

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (2022)

De acuerdo con la información anterior, se evidencia que para 2019 la mayor parte de los egresados (27,9%) como ingenieros biomédicos se vincularon con una asignación base de 1 a 1,5 SMLV. Ahora bien, en lo referido a profesionales en Bioingeniería para 2019, un 22,9% de los profesionales en esta área se vincularon con una asignación salarial de entre 2,5 y 3 SMLV.

Tabla 7. Tasa de cotizantes dependientes e ingreso de los programas de Bioingeniería en Colombia para 2018 y 2019

Programa	Rango salarial	Periodo graduación 2018 Graduados cotizantes dependientes	Porcentaje	Rango salarial	Periodo graduación 2019 Graduados cotizantes dependientes	Porcentaje
Bioingeniería	1 SMMLV	5	7,1%	1 SMMLV	7	11,7%
	Entre 1 y 1,5 SMMLV	10	14,3%	Entre 1 y 1,5 SMMLV	14	23,3%
	Entre 1,5 y 2 SMMLV	14	20,0%	Entre 1,5 y 2 SMMLV	6	10,0%
	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	7	10,0%	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	11	18,3%
	Entre 2,5 y 3 SMMLV	16	22,9%	Entre 2,5 y 3 SMMLV	5	8,3%
	Entre 3 y 3,5 SMMLV	10	14,3%	Entre 3 y 3,5 SMMLV	5	8,3%
	Entre 3,5 y 4 SMMLV	1	1,4%	Entre 3,5 y 4 SMMLV	4	6,7%
	Entre 4,5 y 5 SMMLV	4	5,7%	Entre 4 y 4,5 SMMLV	2	3,3%
	Entre 5 y 6 SMMLV	2	2,9%	Entre 4,5 y 5 SMMLV	4	6,7%
	Entre 7 y 8 SMMLV	1	1,4%	Entre 5 y 6 SMMLV	1	1,7%
Total		70	100	Más de 15 SMMLV	1	1,7%
Mediana		Entre 2 y 2 ,5 SMMLV		Total	60	100
				Mediana	Entre 2 y 2 ,5 SMMLV	

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (2022)

En el departamento de Santander, dada la oferta de programas académicos se tienen egresados en el programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Manuela Beltrán y la Universidad Autónoma de Bucaramanga en esta área. De acuerdo con cifras del Observatorio Laboral para la Educación, en 2020 el 43,21% de las personas graduadas en programas académicos ofertados en el departamento realizaron su cotización a sistemas de salud en el departamento. La zona con mayor recepción de profesionales santandereanos fue la ciudad de Bogotá con el 7,9% del total de profesionales, seguido del departamento de Antioquia con el 3,2%. Lo anterior, evidencia que ante los retos que tiene Santander en la consolidación

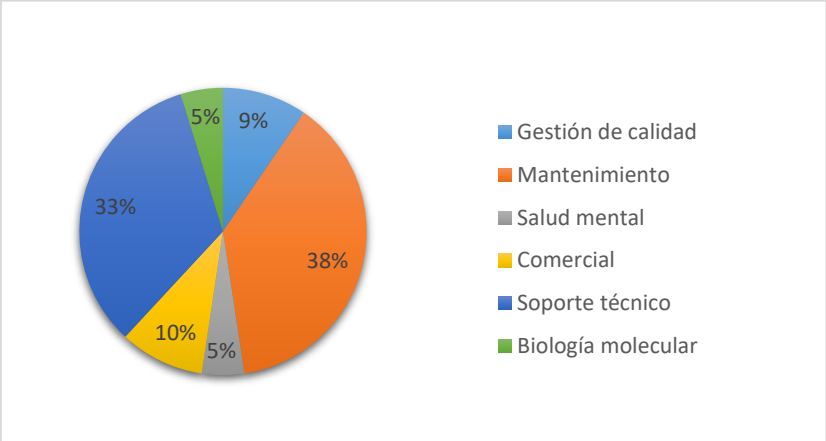
como potencia en la salud en la región, es importante mantener y brindar ofertas de formación pertinentes para aumentar la operatividad del sector en la región.

De acuerdo con la Cámara de Comercio de Bucaramanga en los últimos años el sector salud ha sido uno de los más dinámicos de la economía santandereana, con ingresos aproximados de 2.9 billones en ventas anuales, generando aproximadamente 22.900 empleos a través de más de 4.385 empresas e instituciones; siendo reconocido a nivel nacional en la prestación de servicios de alto conocimiento, con calidad, eficiencia y resolutividad médica.

En Colombia, un ingeniero Biomédico puede ejercer en empresas públicas o privadas participando en el diseño y desarrollo de dispositivos y productos que se utilizan en el ámbito médico. Además, puede vincularse como coordinador de mantenimiento, brindar soporte técnico de equipos biomédicos, coordinador de diseño de equipos, entre otros. Además, tiene la capacidad de ser investigador o líder de proyectos de investigación. A partir del análisis realizado en la plataforma de búsqueda de empleo *El Empleo.com*, se observan diversas ofertas relacionadas al perfil del Ingeniero Biomédico.

Específicamente, en el portal web se observó que entre el 28 de octubre y el 22 de noviembre de 2022 se publicaron un total de 21 ofertas de empleo. En la figura 1 se observa la distribución de estas ofertas de acuerdo con las áreas de trabajo solicitadas.

Figura 1. Áreas de trabajo ofertadas para ingenieros biomédicos

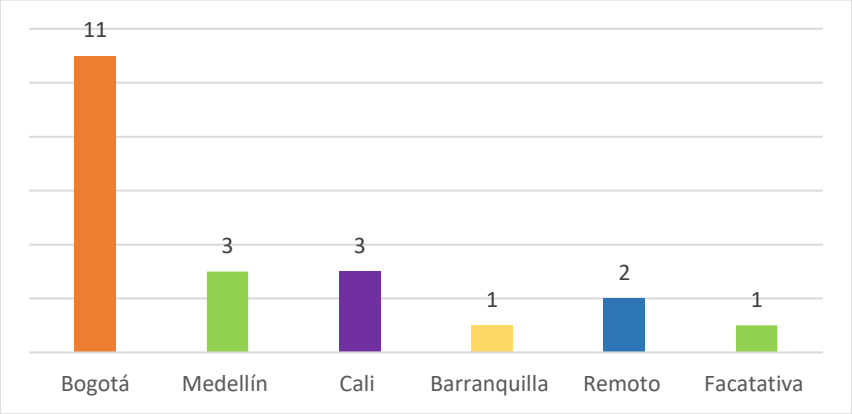


Fuente: elaboración propia a partir del portal web elempleo.com

De acuerdo con el gráfico, se observa que la mayoría de las ofertas, con un 38% son ofertadas para el área de mantenimiento, seguido de soporte técnico con un 33% del total de las ofertas.

Con la búsqueda realizada, se evidencia además, que Bogotá se desataca como la ciudad con la mayor demanda de estos profesionales con un total de 11 ofertas laborales, seguido de Medellín y Cali con 3 ofertas cada una. Las demás ciudades o municipios que ofertan en el portal en el periodo de tiempo observado se presentan en la figura 2.

Figura 2. Modalidad y ubicación de ofertas de empleo

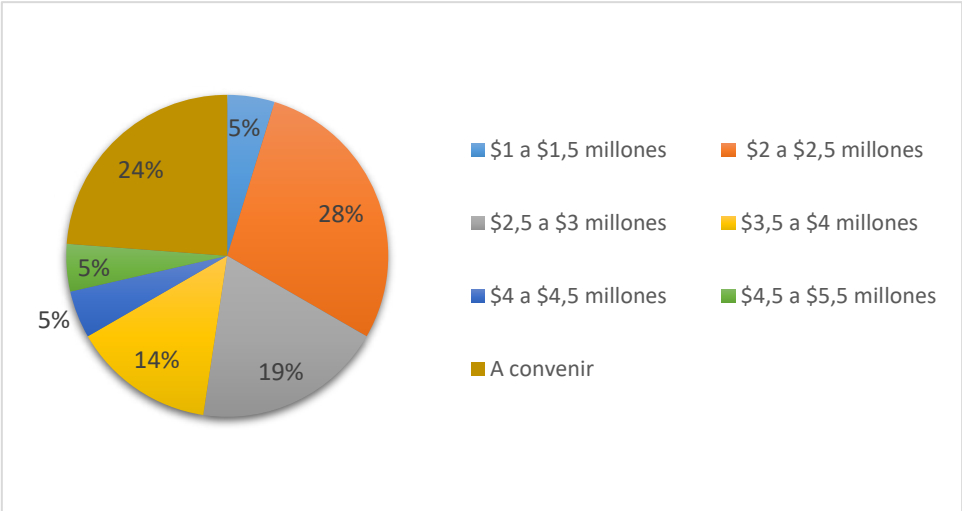


Fuente: elaboración propia a partir del portal web elempleo.com

Es interesante notar como 2 de las ofertas consultadas permiten el trabajo remoto entre sus condiciones para laborar en las compañías que ofertan las vacantes.

En lo referido a los salarios ofrecidos, se observa que para el 28% de las ofertas se ofrece un rango de entre 2 y 2,5 millones de pesos. Sin embargo, se resalta que un 24% de las ofertas se ubican en salarios a convenir. La distribución completa de salarios encontrados se observa en la figura 3.

Figura 3. Salarios ofertados para profesionales en el área de Ingeniería Biomédica



5. ESTADO DE LA DEMANDA DE FORMACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL

En el escenario internacional la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos indicó que en 2016 se generaron 21.300 puestos de trabajo en esta área, relativamente bajo comparado con el de otras disciplinas más tradicionales como la Ingeniería Mecánica que generó 288.800 puestos de trabajo, lo anterior se ve compensando con la proyección de incremento que se proyectó en un 7% entre 2016 y 2026, comparable con el de otras ingenierías que se espera sea del 8%.

Sin embargo, en 2020 este panorama cambió con la llegada de la pandemia de COVID, la cual representó una enorme crisis de salud a nivel mundial, generó desafíos y retos a nivel multidisciplinario. En esta crisis el sector salud ha estado en primera línea, trabajando para estudiar, contener y mitigar la propagación de esta enfermedad. Sin embargo, otras disciplinas que no suelen ser consideradas cercanas al sector salud

han diseñado estrategias con el fin de ayudar a la crisis global. Una de estas disciplinas es la ingeniería, y ha hecho aportes en áreas muy diversas en el marco de la pandemia.

De acuerdo Betancourt et al. (2020) un ejemplo de contribuciones en un área de intersección natural con la ingeniería es el diseño de equipos y elementos de protección personal. Otro ejemplo, es el desarrollo de equipos de tratamiento y prevención. Mencionan que ha recibido especial atención el esfuerzo de diferentes grupos por desarrollar y construir ventiladores artificiales, incluyendo equipos de ingenieros sin relación con la biomédica, debido a la alta demanda de estos equipos tras la pandemia. En este sentido, se evidencia como surge la necesidad de incrementar esfuerzos en la formación de profesionales con conocimientos en el área biomédica y la ingeniería al servicio de la salud.

A partir de lo anterior, se proyecta que el empleo de bioingenieros e ingenieros biomédicos crezca un 10% entre 2021 y 2031, más rápido que el promedio de todas las ocupaciones, contrario a lo planteado en el 2016.

Solo en Estados Unidos, por ejemplo, los bioingenieros y los ingenieros biomédicos ocuparon alrededor de 17. 900 puestos de trabajo en 2021, y se espera que la oferta crezca alrededor de 1.200 vacantes por año para bioingenieros e ingenieros biomédicos durante la década. Igualmente, se espera que muchas de esas vacantes resulten de la necesidad de reemplazar a los trabajadores que se transfieran a diferentes ocupaciones o que abandonen la fuerza laboral, por ejemplo, para jubilarse.

En los Estados Unidos, potencia en formación de ingenieros biomédicos y bioingenieros, los mayores empleadores fueron los siguientes:

Tabla 8. Empleadores de ingenieros biomédicos en los Estados Unidos para 2021

Sector	%
Investigación y desarrollo en las ciencias físicas, de ingeniería y de la vida	28%
Fabricación de equipos y suministros médicos	14%
Sanidad y asistencia social	8%
Fabricación de instrumentos de navegación, medición, electromedicina y control.	7%
Colegios, universidades y escuelas profesionales; estatales, locales y privados.	5%

Fuente: Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos (2022)

Dado que los bioingenieros y los ingenieros biomédicos trabajan en equipos con científicos, trabajadores de la salud u otros ingenieros, en los Estados Unidos dependen plenamente del desarrollo de proyectos. Por ejemplo, un ingeniero biomédico que ha desarrollado un nuevo dispositivo podría pasar horas en un hospital para asegurarse de que el dispositivo funcione según lo planeado. Si es necesario ajustar el dispositivo, y derivado de ellos es posible que el ingeniero deba sugerir modificaciones en el proceso de fabricación.

Finalmente, en lo referido al salario internacional promedio, de acuerdo con el portal estadounidense Salary.com, a septiembre de 2022 el promedio del salario anual de un ingeniero biomédico en los Estados Unidos es de $60. 842, pero el rango generalmente se encuentra entre $50.661 y $68.586. Los rangos de salario pueden variar según muchos factores, que incluyen educación, certificaciones, habilidades adicionales, la cantidad de años que ha pasado en su profesión.

6. ESTADO DEL SECTOR SALUD

El sistema general de salud en Colombia se encuentra conformado por 39 entidades promotoras de salud del régimen contributivo y subsidiado, 12 empresas de medicina prepagada, 30 entidades de régimen

especial, 7 cajas de compensación familiar, 6 entidades de régimen exceptuado y 32 direcciones departamentales de salud, entre otros[91]. A este número se suman 4.283 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) con cuentas registradas para giro directo desde la nación y se registran más 884 proveedores de tecnologías y servicios en salud que no se encuentran registrados ante el Registro Especial de Prestadores o no cumplen requisitos de la Resolución 2916 de 2018 del Ministerio de Salud, según ADRES[92].

A nivel local se observa que, en el departamento de Santander, el sector salud se ha caracterizado por ser un sector dinámico y de gran aporte a la economía regional, aproximadamente el 8% del PIB del departamento proviene de este sector. Esta relevancia originó que el en año 2014 se conformara el Clúster de la Salud para la región.

En el desarrollo de la iniciativa Clúster, se identificó como apuesta estratégica del sector el CONOCIMIENTO, con diferentes niveles de desarrollo como la especialización, la diferenciación médica y la generación de nuevo conocimiento; materializándose inicialmente con las siguientes líneas de acción:

- Especialización y gestión del conocimiento: generación de un ecosistema de conocimiento médico y especializado (I+D+i)
- Fortalecimiento de la eficiencia operativa y racionalidad médica
- Enfoque integral de la enfermedad: creación de nuevos productos y servicios
- Personalización de la medicina y conexión con el paciente
- Integración y coordinación del servicio: redes integradas de salud
- Aprovechamiento del Health Data
- Formación y difusión de centros de excelencia: prestación de servicios clínicos a pacientes internacionales de alta y mediana complejidad
- Creación y fortalecimiento de unidades de investigación clínica

El clúster de la salud de Santander le apuesta a la diferenciación a través del conocimiento con tres temáticas definidas: i) Fortalecimiento para el acceso al mercado, ii) Internacionalización del servicio y iii) Fortalecimiento de un ecosistema de conocimiento donde se hace una apuesta importante a través del Hospital Internacional de Colombia (HIC) y la Clínica Foscal Internacional, un modelo regional para la especialización, diferenciación y conocimiento.

<u>Comité estratégico del Clúster Salud</u>

Para fomentar y articular esfuerzos que permitan la consolidación de un modelo de gobernanza en el clúster, se ha estructurado un comité estratégico en donde se realizan procesos de priorización, definición de reglas de juego, responsabilidades, actividades de seguimiento, relacionamiento y construcción de agendas de financiación y negocios dentro del clúster. Los integrantes de este comité son:

[91] Sistema de información empresas operadoras de Planilla Integrada de Liquidación de Aportes.

[92] Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud ADRES, Ministerio de la Salud y la Protección Social. Lista de proveedores a septiembre de 2019.

- Centro de Atención y Diagnóstico de Enfermedades Infecciosas (CDI)
- Clínica Chicamocha
- Clínica Materno Infantil San Luis
- Foscal
- Funcadi
- Fundación Cardiovascular de Colombia
- Hospital Universitario de Santander
- Instituto del Corazón de Bucaramanga
- Líneas Hospitalarias
- Mediimplantes
- Precimec
- Vivasalud IPS

6.1 ECONÓMICO:

Desde el sector económico se observa un escenario positivo para la demanda de profesionales en Ingeniería Biomédica, pues el buen desempeño del sector salud que los acoge muestra variaciones positivas en los últimos años a nivel internacional, nacional y regional como lo muestran las diferentes fuentes que se relacionan a continuación:

En el marco de la Misión de Crecimiento Verde, del Departamento Nacional de Planeación (DNP), se ha venido adelantado el Estudio de Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia, en asocio con la Universidad EAFIT y la consultora española SILO, y con el apoyo de la Universidad de Medellín y la Corporación Universitaria Lasallista. En la primera fase del estudio se identificó al sector salud como uno de los de mayor potencial de crecimiento e impacto en el país para para apalancar el desarrollo de la Bioeconomía nacional por lo cual realizó un análisis exhaustivo del sector resaltando:

- De acuerdo con el informe 2017 Global health care sector Outlook (Deloitte, 2017), para el 2020 el promedio del crecimiento del sector será de 4,56%, donde las economías en transición tendrán el mayor porcentaje (7,5%), seguido de Asia y Australia (5%) y Norte América (4,3%), siendo América Latina el de menor crecimiento (2,4%).
- El porcentaje de gasto respecto al producto interno bruto aumentará ligeramente de un 10,4% en 2015 a un 10,5% en 2020 alcanzando los 8,7 trillones de dólares. El 50% de los gastos serán dedicados a enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades respiratorias. Igualmente, se realizarán gastos enfocados a enfermedades infectocontagiosas (por ejemplo, VIH-SIDA, ZIKA), diabetes y enfermedades neurodegenerativas.
- En Colombia, el sector salud es uno de los de mayor proyección de crecimiento en el país, en el informe Healthcare Resource Guide (Healthcare Resourse Guide, s.f.), Colombia presenta un crecimiento anual compuesto constante de 12% (2013-2018) para el mercado de dispositivos médicos, siendo el cuarto mercado en Latinoamérica con un valor de 1,2 billones de dólares para el 2014.
- En Colombia, el presupuesto en inversión pública en el sector salud para 2017 fue de 22,2 billones COP y de acuerdo con el informe de resultados financieros del sector salud número 2, de julio de

2017 de la Superintendencia Nacional de Salud, en 2016 existían 6.114 entidades que se desempañaban como IPS (tanto públicas como privadas) con unos ingresos totales de $49,002 miles de millones COP. Este presupuesto ha continuado en aumento siendo 24,6 billones COP en 2018, 29,5 billones COP en 2019, un presupuesto de 30,9 billones COP para 2020 y para 2021 un presupuesto de 36,05 billones COP, lo que quiere decir que tuvo un aumento de 16.6% respecto al año anterior. En 2021, se resalta que es la primera vez que el presupuesto destinado a la salud supera el destinado al sector de defensa que contará el próximo año con $35 billones de pesos.

- De acuerdo con los datos de la plataforma de análisis sectorial Datlas de Bancoldex, el sector salud ha mostrado un crecimiento en la generación de empleo en el último decenio, alcanzado la cifra de 429.800 empleos en 2016.
- La producción total del sector salud en Colombia es de 52.654 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 7.4% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia marcada creciente en los últimos años, que puede ser interpretada como señal de estabilidad económica. La producción del sector salud se cuadruplicó entre el año 2000 y el 2016; a 2016 la cifra de producción del sector salud es 4.3 veces mayor a la del año 2000, representando un crecimiento nominal de $2.729 miles de millones de pesos para el rango, equivalente a un 430.5% en 16 años.

En cuanto a la dinámica de creación de empresas en el sector, la Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud ADRES, del Ministerio de la Salud y la Protección Social en su lista de proveedores mostraba a septiembre de 2019, 4.283 IPS con cuentas registradas para giro directo desde la nación, cifra que para ese mismo mes estaba en 4.123 en 2018 y en 4.106 en 2017, lo que evidencia un pequeño aumento anual sostenido.

Respecto a la dinámica de creación de empresas presentada por Confecamaras en 2021, se registra una variación en el primer trimestre de 2020 y el primero de 2021 del 36,01% para la creación de nuevas empresas en el sector relacionado con Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social. De acuerdo con los registros, durante el primer semestre de 2020 se tuvo un registro de 1.669 y para 2021 en el mismo rango de tiempo un registro de 2.271.

Ahora bien, a nivel local de acuerdo con el Informe de Calidad de Vida del programa Bucaramanga Cómo vamos del año 2022 Bucaramanga y los municipios del área metropolitana incrementaron la inversión en salud de manera constante. En 2020, por ejemplo, el incremento fue de 16% con respecto a 2019 y en 2021 la inversión en salud aumentó 7,3% respecto a 2020. Especialmente, en el periodo 2019-2021 en todos los municipios del área metropolitana, el porcentaje de recursos invertidos en salud se concentraron en su mayoría en el régimen subsidiado.

Es importante resaltar, de acuerdo con la Cámara de Comercio de Bucaramanga que para el tercer trimestre de 2021 el PIB nacional creció 13,2% respecto al mismo periodo de 2020, lo cual significó un crecimiento de 10,3% en lo corrido del año hasta el mes de septiembre, y destaca, que dentro de las actividades económicas que más contribuyeron en este crecimiento se encuentran las actividades relacionadas con atención de la salud humana y de servicios sociales.

6.2 TECNOLÓGICO

En el año 2011 el American Institute for Medical and Biological Engineering (AIMBE) para conmemorar su aniversario número 20 creó un comité de expertos para que determinaran los principales retos que afrontarán en el mundo los ingenieros que apoyan las áreas biológicas y médicas durante los siguientes 20 años. De acuerdo con las conclusiones se encuentra que estas áreas pertinentes son:

6. **Ingeniería para el suministro seguro y sostenible de agua y alimentos**. Dentro de esta área se destaca la necesidad de mejorar los sistemas de medición y control para la calidad de vida del ser humano: los avances de ingeniería en sensores, instrumentación, potencia de computación y herramientas analíticas de sistemas difusos / suaves para que puedan aplicarse al problema de la cuantificación de los conceptos de bienestar, bienestar y calidad de vida de manera que permita la presentación de informes, la gestión y el control. Conceptos como el bienestar representan una integración compleja física, de actitud y sensible al contexto de múltiples factores que están más allá de nuestra capacidad de medir o integrar con precisión en la actualidad. Sin embargo, los avances en las ciencias médicas, psicológicas y sociales se pueden combinar con la ingeniería para desarrollar sensores de trabajo y sistemas de soporte de decisiones para la condición humana.

7. **Mejora y desarrollo de sistemas personalizados de salud**. En esta área se menciona la creación de perfiles genéticos individuales para proporcionar terapias adaptadas a cada paciente. Pero también el desarrollo de sistemas de tele monitorización y telemedicina para poder realizar seguimiento de pacientes en áreas remotas o desde sus casas sin necesidad de hospitalizarlos; el desarrollo de tecnologías para recuperar funciones motoras en pacientes que tienen lesiones en la médula espinal; el desarrollo de prótesis para reemplazar órganos perdidos en accidentes; la creación de una base de datos de imágenes médicas global que pueda ser empleada como soporte al diagnóstico médico; el desarrollo de nuevos mecanismos médicos de diagnóstico de imagen no invasivos, prevenir la lesión cerebral traumática en poblaciones en riesgo y reducir el desarrollo de enfermedades secundarias y otros resultados adversos, desarrollar mejores mecanismos para la administración de insulina para el creciente número de diabéticos y un largo etcétera.

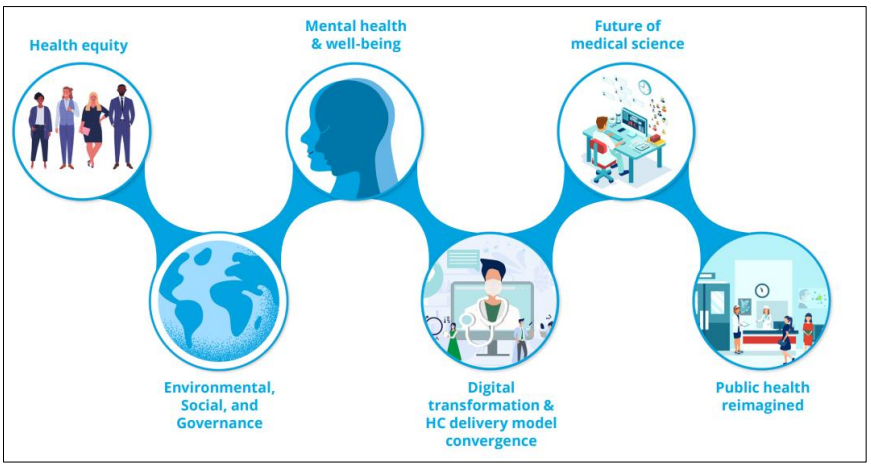
8. **La creación de soluciones orientadas al tratamiento de enfermedades crónicas**. Estas enfermedades, en buena parte debido al progresivo envejecimiento de la población, serán cada vez más prevalentes. Debe hacerse un énfasis cada vez mayor en la medicina regenerativa, que no busca el tratamiento paliativo de una enfermedad sino su auténtica curación. En este sentido, el desarrollo de biomateriales o la ingeniería de tejidos serán dos de los campos donde se realicen aportaciones más importantes. También deberá hacerse un énfasis en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer o Parkinson, y en técnicas de regeneración de órganos humanos, a través del crecimiento y especialización de células. El tratamiento de las enfermedades cardíacas y de dispositivos de apoyo no invasivos también es un punto clave. Igualmente, será importante el establecimiento de protocolos de prueba que pronostiquen con precisión las respuestas del tejido humano y la sangre a los materiales y medicinas. El desarrollo de materiales y dispositivos inteligentes para aplicaciones in vitro e in vivo. Cambiar el concepto de biomateriales biocompatibles a materiales que promuevan la curación y la integración con el cuerpo.

9. **Desarrollar soluciones para gestionar la salud global a través de la prevención y el tratamiento de enfermedades infecciosas**. Será especialmente importante el desarrollo de soluciones que sean aplicables a países en vías de desarrollo que suelen tener pocos recursos económicos. Enfermedades como la malaria, tuberculosis, sida y diarrea siguen siendo las enfermedades que tienen un mayor impacto en estos países y sobre las que deberá realizarse un especial esfuerzo. También será de interés el desarrollo de métodos de purificación y desalinización de agua de bajo coste.

10. **El desarrollo de fuentes sostenibles de bioenergía**. Algo que será clave para dar soporte a una población cada vez más numerosa en el mundo. En este sentido, también resulta interesante la disminución del uso de agua en la producción de energía, que en la actualidad suele ser bastante elevado.

Ahora bien, según la búsqueda de referentes, se presenta el informe Global Health Care Outlook para 2022 a través del cual se determinaron los siguientes puntos importantes para tener en cuenta en lo concerniente a los desafíos de los sistemas de salud en las próximas décadas:

Figura 4. Desafíos del sistema de salud en las próximas décadas



Fuente: Informe 2022 Global Health Care Outlook, Consultora Deloitte (2022)

- **La equidad en salud.** Es más que un acceso equitativo a la atención, es la capacidad de realizar el potencial humano en todos los aspectos de la salud y bienestar. Es una oportunidad para lograr un estado general de bienestar que abarca desde el punto de vista clínico, mental, social, emocional, salud física y espiritual, y está influenciada no solo por la atención médica, sino también por factores sociales, económicos y ambientales.
- **Ambientales, sociales y gobernanza.** La comunidad de salud pública ha calificado al cambio climático como la mayor amenaza para la salud pública del siglo XXI. Ningún país o continente es inmune a los impactos en la salud del empeoramiento del cambio climático global. El humo de los incendios forestales y los recuentos más altos de polen pueden provocar problemas respiratorios. El calor extremo y las sequías pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y golpes de calor. La biodiversidad también plantea riesgos para el microbioma humano, amenazando con cambios perjudiciales para nuestro sistema inmunológico y mental.
- **Salud mental y bienestar.** Las agencias de salud pública han advertido que una ola de depresión y ansiedad, el trastorno de estrés postraumático y otros trastornos mentales están en el horizonte en las próximas décadas debido a las múltiples crisis en 2020 derivadas del Covid 19, lo que incita a llamados de acción urgentes. Además de los impactos del COVID-19, múltiples estudios han encontrado un fuerte vínculo entre el uso intensivo de las redes sociales y un mayor riesgo de depresión, ansiedad, soledad, autolesiones e incluso pensamientos suicidas. En este contexto, coadyuvar en acciones para mejorar la salud mental también está ascendiendo en la lista de prioridades en debates sobre equidad en salud entre el gobierno, el proveedor, el plan de salud y el empleador.
- **Transformación digital y salud convergencia del modelo de prestación de atención.** La prestación de atención médica ha estado bajo una presión y un escrutinio cada vez más intensos, durante la pandemia de COVID-19, pues los sistemas de salud de todo el mundo luchan con el aumento vertiginoso del número de pacientes, el agotamiento de los empleados y la escasez de mano de obra, interrupciones en la cadena de suministro y escasez de equipos, e instalaciones insuficientes

y/o anticuadas. En lo referente a infraestructura las preocupaciones incluyen la disponibilidad de camas de cuidados intensivos, ventiladores y equipo de protección personal.

- **Futuro de la Ciencia Médica.** La ciencia médica está siendo transformada actualmente por descubrimientos científicos que harán avanzar la forma en que se diagnostican y tratan diferentes enfermedades. Avances en medicina digital, nanomedicina, genómica, microbiometría/metabolómica y otros están ocurriendo a un ritmo exponencial y sin precedentes, basándose en estructuras y tiempos de ensayos clínicos transformados, participantes disruptivos del mercado y una mayor participación de los consumidores.

- **Salud pública reinventada.** La pandemia de COVID-19 ha cambiado la dinámica de la salud pública. El alcance y la persistencia de esta crisis global expuso vulnerabilidades en los sistemas de salud pública de los países y afectó su capacidad para detectar y responder de manera efectiva a la emergencia en continuo cambio de una manera multidimensional que podría haber mitigado su impacto. A pesar de algunos éxitos (Nueva Zelanda y Corea del Sur, por ejemplo), los sistemas de muchas naciones para la vigilancia de enfermedades, el manejo de brotes y el contacto, el rastreo y el seguimiento han resultado inadecuados para la escala de los brotes iniciales y posteriores de la pandemia.

Con los referentes anteriores, se evidencia la importancia del desarrollo de tecnologías que respondan al desafío del diseño de mejores sistemas de salud, con la capacidad de calidad en la atención, pero también, con el potencial de respuesta a los desafíos más amplios en medicina moderna.

Específicamente para Colombia, se observan otras tendencias para los años venideros. En cuanto a la esperanza de vida, la población colombiana muestra una tendencia incremental similar a la mundial. De acuerdo con la OMS para el año 2050 la mayor parte de la población mundial tendrá una esperanza de vida igual o superior a los 60 años, se espera que la población en esa franja de edad llegue a los 2. 000 millones, es decir, el porcentaje de los habitantes del planeta mayores de 60 años casi se duplicará, pasando del 12% al 22%.

En este mismo sentido el Instituto de Métrica y Evaluación de la Salud (IHME) de la Universidad de Washington en Estados Unidos, indica que para el año 2040 la esperanza de vida de los colombianos será de 81 años. Sin embargo, las casusas de muerte en nuestro país serán un tanto diferentes a las del resto del mundo. El instituto informa que para ese año los 5 principales factores que incidirán en la salud a nivel mundial serán presión arterial alta, el índice de masa corporal alto, el alto nivel de azúcar en sangre, el consumo de tabaco y el consumo de alcohol, para el caso colombiano las principales causas de muerte serán la cardiopatía isquémica, el Alzheimer, la enfermedad renal crónica, el accidente cerebrovascular y la diabetes.

Como fuente para el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan desarrollar el equipamiento necesario para promover soluciones médicas de calidad a los colombianos, se tiene como referencia el estudio realizado en el año 2018 por el DNP para determinar el potencial de la bioeconomía en Colombia, donde se evidenció el apoyo ofrecido a la investigación y desarrollo en el campo de salud por diferentes organismos. Entre estos podemos mencionar:

- **Ministerio de Ciencia y Tecnología (antiguo Colciencias).** Entre 2010 y 2015 apoyó la investigación, la validación de productos y los desarrollos tecnológicos en temas de ciencias de datos, biomédica y bioética financiando un total de 1.145 proyectos por $282.298.494.455 COP. En particular a través de las convocatorias 700 y 701, cuyos objetivos eran la validación pre-comercial y comercial de prototipos funcionales de tecnologías y acelerar procesos de innovación que llevaran a explotar comercialmente tecnologías relacionadas, entre otras, con el campo biomédico para el

diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades humanas y animales. Como resultado se apoyaron 48 proyectos con una financiación total de $14.918.932.360 COP y que produjeron 22 patentes, 14 registros de marca, 3 registros de software, 21 publicaciones científicas sometidas, 39 prototipos/plantas piloto y 3 contratos de licenciamiento.

- **Innpulsa**. En 2015 a través de la convocatoria CEE005 - Capital Semilla para Bioempresas, apoyó proyectos directamente relacionados con el sector salud, con recursos por un total de $2.251.752.544 pesos. En 2019 a través del programa de innovación Colombia - España (PICOLESP) se financiaron proyectos en conjunto con empresas españolas con el objetivo de desarrollar nuevos productos o servicios en el sector de Biotecnología.
- **Sistema General de Regalías**. A través de los recursos del sistema se ha procurado la mejora de instalaciones, adquisición de equipos, ampliación y mejora de la cobertura de los servicios (principales temáticas: nutrición, natalidad, demencia, tercera edad, enfermedades respiratorias, infectocontagiosas).

Contar con recursos suficientes para el financiamiento de la tecnología resulta fundamental para el sector de la salud pues de acuerdo con el Informe las Oportunidades de Innovación a nivel mundial se centran en la tendencia creciente de la medicina personalizada, en la que grandes farmacéuticas y empresas prestadoras de servicios de estudios preclínicos y clínicos están centrando sus esfuerzos teniendo en cuenta la genética de cada individuo y su contexto en las regiones. En este contexto, el informe resalta que el sector salud en Colombia se alinea con los intereses de la bioeconomía mundial y ha sido priorizado en diversos programas a nivel nacional. Es un sector de potencial económico, tejido empresarial consolidado y generador de empleo calificado. Sin embargo, dada la alta demanda de desarrollo tecnológico e innovación, es un sector que enfrenta grandes retos asociados a la inversión para generar capacidades tecnológicas y comerciales e ingresar al mundo de la medicina avanzada.

En lo referido a la identificación del potencial de la biotecnología, en el informe se identifica una oportunidad para desarrollar y potenciar infraestructura que conlleven a la innovación en las siguientes tres tecnologías, en las cuales Colombia podría ser potencia regional:

- **Ingeniería de tejidos y terapia celular**. La ingeniería de tejidos, en el cual ya dos firmas colombianas están trabajando: 3Biomat (Colombia), se especializa en desarrollo de andamios y dispositivos médicos de alta calidad para regeneración de tejidos y Keraderm (Colombia), comercializa una terapia útil en la remodelación y reconstrucción de tejidos en humanos, así como para el cubrimiento de defectos de piel basado en cultivos de queratinocitos y fibroblastos autólogos sembrados en una lámina de colágeno acelular. Su potencial económico es importante, de acuerdo con los datos el Observatorio CT+i de Ruta N, el mercado de ingeniería de tejidos ha presentado un crecimiento sostenido en los últimos años, superando los 20.000 millones de dólares.
- **Medicina personalizada**. La empresa Genoma CES (Colombia) ofrece un análisis del perfil genético de los individuos para guiar las decisiones de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades basado en biomarcadores predictivos de enfermedades. En cuanto al potencial económico se ofrecen cifras del Growing Healthcare Expediture, que estima que el mercado de la medicina genómica personalizada alcanzará al 2025 un valor de $25.212,5 millones de dólares, con lo cual se presentaría un incremento de 14,9% entre 2017 y 2025.
- **Nanomedicina (aplicación de la nanotecnología a las ciencias de la salud).** Si bien en el momento no hay empresas colombianas ofreciendo productos en este campo, se estimó un crecimiento del mercado hasta los 305,8 billones de dólares para el 2025.

Adicionalmente, se tienen empresas del sector que están desarrollando tecnología y que se están instalando en Colombia como lo muestran las siguientes fuentes:

- **Veritas Genetics.** A mediados de 2019 llega a Colombia esta empresa que ofrece secuenciación genómica permitiendo acceder a la medicina personalizada de precisión.
- **Centro Médico Imbanaco.** Ubicado en la ciudad de Cali, este centro desarrolla unidades de genética en las clínicas del país.
- **Medtronic.** A través del uso de la biotecnología, esta empresa ubicada en Bogotá busca aportar soluciones innovadoras de tecnología aplicada a la atención de la salud para las enfermedades más complejas y desafiantes.
- **Prótesis avanzadas S.A.S.** A través de la incorporación de la impresión 3D como método de prototipado y fabricación, la empresa logró avanzar significativamente y tener un prototipo que podía ser usado como prótesis. Entre su catálogo de productos se ofrecen prótesis robóticas de mano con control mioeléctrico, a través de las cuales se pueden recuperar algunas funcionalidades perdidas de la mano con el fin de mejorar el desempeño en la realización de diversas actividades.
- **Quirutek- Qurúrgicos especializados.** Es una empresa ubicada en la zona franca de Santander dedicada a la fabricación y comercialización de implantes quirúrgicos biocompatibles.

Por último, como un referente regional es importante mencionar la Fundación Cardiovascular, la cual fue catalogada como el único hospital en el Ranking de Innovación Empresarial 2022, elaborado por la Asociación Nacional de Industriales (ANDI). En el escalafón, que selecciona a las 30 empresas más innovadoras, la FCV es la única organización santandereana. Se evalúa la formación del talento humano, la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, el número de empleos generados y la creación de propiedad intelectual, de productos y servicios innovadores. Entre las empresas de ecosistema de innovación en consolidación, pertenecientes a los departamentos de Valle del Cauca, Santander, Risaralda, Atlántico y Caldas, la FCV se ubica en el segundo puesto y en el ranking general en el puesto 13. Además, la FCV se consolidó como la empresa del sector salud más innovadora de Colombia, de acuerdo con el Ranking de la ANDI de Innovación Empresarial 2022, en la que se evaluaron 347 organizaciones de diferentes sectores económicos.

6.3 POLÍTICO

A nivel mundial la OMS inspirándose en la aspiración de la Agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible para el 2030, en particular en su llamado para alcanzar la cobertura sanitaria universal, ha promovido entre sus estados miembros la estrategia mundial sobre recursos humanos para la salud: fuerza laboral 2030.

El objetivo de la estrategia plantea mejorar los resultados de salud, desarrollo social y económico garantizando la disponibilidad universal, accesibilidad, aceptabilidad, cobertura y calidad de la fuerza laboral de salud a través de inversiones adecuadas para fortalecer los sistemas de salud, y la implementación de políticas efectivas a nivel nacional.

En Colombia, a partir de la formulación de esta estrategia, el gobierno se comprometió al saneamiento de las finanzas del sector salud, a partir de lo cual se espera mejorar de forma progresiva la calidad. Además, que los prestadores de servicios inviertan en infraestructura, dotación y tecnologías y se puedan saldar las deudas con el recurso humano.

A pesar de que el Sistema de Salud Colombiano cuenta con reconocimiento internacional por su alta cobertura, es criticado por los usuarios, lo cual se evidencia con una calificación general de insatisfacción del 70% de acuerdo con la Encuesta de Acceso, Experiencia y Coordinación de Atención Primaria en América Latina y el Caribe realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2018. En esta encuesta es predominante la percepción de que el sistema necesita cambios, el 51% de los encuestados señaló que el sistema de salud posee algunos aspectos positivos, pero que hacen falta cambios fundamentales para que funcione mejor, mientras que el 30% consideró que hay tantos problemas en el sistema de salud que hay que reconstruirlo completamente, solo el 14,7% de los entrevistados estimó que el sistema de salud funciona bien y que tan solo hacen falta cambios menores (Guanais, 2018).

7. ANALISIS RELACIONAL

A partir de los presentado en el documento se evidencia que existe una tendencia mundial hacia el desarrollo de una medicina preventiva y personalizada que requiere el apoyo indiscutible de la Ingeniería Biomédica. Además, como se expuso la tendencia al aumento de la esperanza de vida prevé la necesidad de contar con ayudas técnicas y dispositivos electrónicos para el adulto mayor, además, de la necesidad de dispositivos que permitan el tratamiento de enfermedades que en la actualidad son causantes de índices de mortalidad más elevados, entre estos tenemos: ataques cardiacos, diabetes, tensión alta, obesidad, entre otras.

En este contexto los ingenieros biomédicos son fundamentales para el sector salud en el futuro cercano, pues son ellos quienes utilizan sus conocimientos de ingeniería y sobre problemas médicos para diseñar, desarrollar, probar y mantener los equipamientos que utilizan los profesionales de la medicina moderna.

Dado que la medicina moderna basa su desarrollo en equipos altamente sofisticados, tales como máquinas de rayos X, equipos de anestesia, máquinas automatizadas de análisis de sangre, y máquinas que controlan el funcionamiento del corazón, los pulmones y los riñones, integrar profesionales con conocimientos en el área resulta fundamental.

Además, con la reciente crisis de la pandemia derivada del Covid 19, los ingenieros biomédicos demostraron que pueden ayudar a la sociedad a prepararse para mitigar de alguna manera graves crisis de salud como la causada por la pandemia, coadyuvando en la prevención de la propagación de enfermedades infecciosas y en el tratamiento de pacientes mediante el diseño y la fabricación de ventiladores para el tratamiento de pacientes que ya están enfermos, pero también a través del desarrollo e implementación de tecnologías para la detección rápida de virus y para diagnosticar otro tipo de enfermedades virales.

En el caso de Colombia, derivado de los profundos problemas estructurales que ha tenido el sector salud en el país, los ingenieros biomédicos se identifican como profesionales necesarios en la transformación requerida por el sistema de salud colombiano y en el esfuerzo del gobierno por aprovechar el potencial de la bioeconomía, tal como se señaló en el documento. Además, si bien Colombia muestra algunas barreras para un mayor desarrollo en el campo biomédico, se tiene una buena base científica para lograrlo, pues el país ya cuenta con empresas que han dado sus primeros pasos en producción de bienes y servicios de última tecnología, lo cual resulta fundamental para mejorar el desarrollo tecnológico en el país desde el sector salud. A pesar de que en el país se tienen definidas unas inversiones anuales para este sector por parte del erario público, gran parte va enfocado a la prevención, el cuidado y la salud pública, y sólo una pequeña parte a la innovación y generación de servicios o productos, lo cual presenta un desafío alto, pues además de las empresas y los recursos físicos y tecnológicos para que se innove en infraestructura y equipos, desde y para Colombia, se necesita que en la académica exista también una formación de nuevos profesionales y por ende de recursos financieros.

Para el área metropolitana de Bucaramanga es de resaltar la gran importancia que representan las dos zonas francas en salud: la Foscal Internacional y el Hospital Internacional de Colombia, que hace parte de

la Fundación Cardiovascular de Colombia, siendo esta última una de las empresas más innovadoras del país, lo cual fomenta condiciones idóneas para la formación de profesionales de alta calidad en el área que a futuro puedan emplearse en este tipo de instituciones. Ello es fundamental, además para promover la retención de los profesionales formados en la región y evitar una fuga de cerebros debido a problemas sistemáticos en el sector.

Por último, tal como se expresó en el informe "El aporte de la biotecnología médica frente a la pandemia de COVID-19 y lecciones para su desarrollo mediante las estrategias nacionales de bioeconomía" la respuesta a la pandemia de COVID-19 en Colombia ha permitido un impulso sin precedentes en la cooperación público-privada, que ha impactado —y debería seguir impactando— las actividades de biotecnología médica y biomedicina (CEPAL, 2020). Por parte del Estado colombiano se financiaron actividades de investigación y desarrollo y el sector conformado por cajas de compensación familiar, Organizaciones Sin Ánimo de Lucro y fundaciones también han realizado aportes económicos para la ejecución de proyectos de investigación para el manejo de la pandemia. También surgieron externalidades positivas que impactan el ecosistema de salud y el de innovación y desarrollo en biotecnología médica y biomedicina.

Ello se refleja en cambios en las dinámicas de relación universidad y empresa; integración entre tecnologías de la cuarta revolución industrial y las ciencias de la vida, participación del sector privado en actividades de investigación y desarrollo e innovación (I+D+i), cambios en el modelo estatal de asignación y priorización de recursos y en los procesos regulatorios. Lo anterior, permite dirimir posibles áreas de investigación en las cuales podría apoyarse un futuro programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Industrial de Santander, en el cual, se priorice el desarrollo de necesidades futuras en áreas como la instrumentación, diseño de equipos médicos, la aplicación de tecnologías computacionales y la estadística a la gestión y análisis de datos biológicos, entre otras.

REFERENCIAS

Asamblea Mundial de la Salud, 69. (2016). Estrategia mundial de recursos humanos para la salud: personal sanitario 2030. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: https://apps.who.int/iris/handle/10665/254600

BioinTropic, Universidad EAFIT, & Silo. (2018). Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Anexo 6.

Birmingham City University. (2020). Biomedical Engineers: The hidden heroes of the COVID-19 crisis! Disponible en: https://www.bcu.ac.uk/health-sciences/about-us/school-blog/biomedical-engineers-the-hidden-heroes-of-the-covid-19-crisis

Bucaramanga Cómo Vamos. Informe de calidad de vida (2022). Disponible en: https://www.bucaramangacomovamos.org/post/informe-de-calidad-de-vida-2022.

Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2021). Informe económico de Santander 2021. Disponible en: https://www.camaradirecta.com/imagenes/vdo_conexion/cone_388d7571144b23d42083726e25c6e24a4972092c.pdf.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). El aporte de la biotecnología médica frente a la pandemia de COVID-19 y lecciones para su desarrollo mediante las estrategias nacionales de bioeconomía: estudios de caso de Colombia, Costa Rica y el Uruguay. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46533/1/S2000656_es.pdf.

Confecamaras 2021. Informe de Dinámica de la Creación de Empresas en Colombia, I Semestre de 2021. Disponible en: https://www.incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/Dinamica-de-creacion-de-empresas-Enero-Junio-2021.pdf.

Deloitte. (2022). 2022 Global Health Care Outlook. Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-health-care-outlook-Final.pdf.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Disponible en: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201/1-INFORME%20BIOECONOMIA%20FASE%201%20FINAL%2024012018.pdf.

Guanais, F. C., Regalia, F., Perez-Cuevas, R., Anaya, M., Harris, D. O., Moreno, R., ... & Sánchez, M. D. (2018). Desde el paciente: Experiencias de la atención primaria de salud en América Latina y el Caribe. Inter-American Development Bank. (..(file:///C:/Users/spide/Documents/PEP/PEP%20ING%20BIOMEDICA/Desde-el-pacienteExperiencias-de-la-atenci%C3%B3n-primaria-de-salud-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-elCaribe.pdf).

Health workforce : a global supply chain approach : new data on the employment effects of health economies in 185 countries / Xenia Scheil-Adlung ; International Labour Office, Social Protection Department. - Geneva: ILO, 2016. (Extension of Social Security series ; No. 55, ISSN: 1020-9581 ; 1020-959X (web)) https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---soc_sec/documents/publication/wcms_537419.pdf

Human resources for medical devices, the role of biomedical engineers. World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255261/9789241565479-eng.pdf.

Linsenmeier, R. A. (2013). Medical and biological engineering in the next 20 years: The promise and the challenges. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 60(7), 1767-1775.

Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos. (2022). Ocuupational Outlook Handbook. Disponible en: https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/biomedical-engineers.htm.

Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos. (2022). Bioengineers and Biomedical Engineers: Work Environment. Disponible en: https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/biomedical-engineers.htm#tab-3.

Ruiz, P. B., Suárez, M. G., Hidalgo, M., Restrepo, S., Potdevin, E., Huertas, J. A., ... & Arbeláez, P. (2020). EL PAPEL DE LA INGENIERÍA EN LA PANDEMIA DE COVID-19/The role of engineering in the COVID-19 pandemic. Revista de Ingeniería, 50, 8-14.

The future of work in the health sector / International Labour Office, Sectoral Policies Department. – Geneva: ILO, 2019. Working Paper: No. 325 ISBN: 978-92-2-132928-2. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_669363.pdf

World Health Organization. (2012). Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia: un resultado del proyecto sobre dispositivos médicos prioritarios.

ANEXO B. ARTICULACIÓN ENTRE RESULTADOS DE APRENDIZAJE- MACRO COMPETENCIAS - MICRO COMPETENCIAS Y ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
E1	RA2, RA3, RA4, RA8	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.	5- Evaluar	mC1	Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos	A	Fenómenos de transporte Biomecánica Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II Robótica y salud
				mC2	Aplica las consideraciones y los principios éticos en la elaboración de propuestas y ejecución de proyectos para la solución de problemas de la salud humana	A	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
				mC4	Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión	A	Introducción a la ingeniería clínica Gestión tecnológica hospitalaria Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud Telesalud
				mC7	Realiza actividades y procesos de manera rigurosa y sistemática	A	Fenómenos de transporte Biomecánica Inteligencia artificial y Big Data
				mC8	Comprende las variables tecnológicas, económicas, sociales y legales que configuran el sistema de salud.	C	Introducción a la ingeniería clínica Gestión de proyectos Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud Formación empresarial
				mC9	Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica	P	Biotecnología en salud Fenómenos de transporte Diseño de sistemas digitales y embebidos Biomecánica Modelado de sistemas biomédicos
				mC10	Comprende los principios técnicos y funcionales de los sistemas, métodos y procedimientos que se utilizan en	C	Modelado asistido por computador CAD Biotecnología en salud Análisis de imágenes médicas

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					procesos prevención, diagnóstico, terapia y rehabilitación.		
				mC11	Aplica las metodologías y estándares adecuados para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, según el alcance y el contexto	C	Sistemas digitales y embebidos Gestión de proyectos Modelado de sistemas biomédicos Diseño de ingeniería II
				mC12	Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño	P	Fenómenos de transporte Sistemas digitales y embebidos Diseño de ingeniería Gestión de proyectos Biomecánica Inteligencia artificial y Big Data Diseño de Ingeniería I Modelado de sistemas biomédicos Diseño de Ingeniería II
				mC13	Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.	C	Fenómenos de transporte Gestión de proyectos Biomecánica Diseño de ingeniería II Telesalud
				mC14	Identifica restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y las relativas a la salud humana para formular especificaciones de diseño, proponer alternativas de solución y seleccionar más adecuada.	C	Introducción a la ingeniería clínica Gestión de proyectos Diseño de Ingeniería I Telesalud
				mC15	Utiliza equipos, instrumentos, software y herramientas de comunicación gráfica propios de su ejercicio profesional para especificar y detallar el producto tecnológico que da solución al problema de ingeniería biomédica	P	Modelado asistido por computador CAD

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
				mC16	Ejecuta y controla proyectos de ingeniería, considerando las restricciones para la solución de problemas de la salud humana, identificando los recursos necesarios, la factibilidad técnica, económica, social y ambiental bajo consideraciones de calidad, eficiencia y seguridad.	P	Gestión de proyectos
				mC17	Identifica las principales articulaciones humanas junto con los principales huesos, ligamentos y músculos que la componen, así como su localización anatómica.	C	Biomecánica
				mC19	Conoce las diferentes áreas disciplinares en las que podría desempeñarse un ingeniero biomédico	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica
				mC20	Identifica los componentes básicos de la teoría de formulación de proyectos en problemas de ingeniería	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica
				mC21	Comprende las dinámicas del mercado de la salud que condicionan los comportamientos de uso y demanda de las organizaciones de la salud y sus usuarios	C	Formación empresarial
E2	RA1, RA6, RA9	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.	3 - Aplicar	mC22	Aplica los principios y fundamentos de la estadística en el diseño y desarrollo de experimentos.	C	Bioestadística
				mC23	Integra conocimiento desde las ciencias básicas, la ingeniería y ciencias de la salud para la aplicación adecuada del método científico en el desarrollo de experimentos.	C	Procesamiento de imágenes multidimensionales Diseño de Ingeniería I

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
				mC24	Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas	C	Bioquímica Fisiología I Biotecnología en salud Bioestadística Fisiología II
				mC25	Organiza los datos y la información para generar conclusiones válidas que orientan a la toma de decisiones efectivas	C	Bioestadística Inteligencia artificial y Big Data Formación empresarial
				mC26	Conoce los principios estadísticos para el análisis, interpretación y depuración de datos.	C	Bioestadística Inteligencia artificial y Big Data Formación empresarial
				mC27	Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.	C	Bioquímica Biología celular y molecular Inteligencia artificial y Big Data Modelado de sistemas biomédicos Bioinformática básica Bioinformática molecular
				mC29	Desarrolla metodologías o protocolos para probar hipótesis e interpretar los resultados obtenidos	P	Inteligencia artificial y Big Data
				mC30	Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.	P	Procesamiento de imágenes multidimensionales Inteligencia artificial y Big Data Diseño de Ingeniería I Modelado de sistemas biomédicos Diseño de Ingeniería II Análisis de imágenes médicas
				mC31	Explica comportamientos o patrones típicos de poblaciones analizadas, a partir de un conjunto de datos	C	Bioestadística Inteligencia artificial y Big Data Formación empresarial

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
				mC32	Genera conclusiones y recomendaciones o toma decisiones acerca de la situación problema fundamentado en los resultados de la experimentación	P	Bioestadística
				mC33	Aplica los conceptos fundamentales de las técnicas de medición biomédica, en procesos de investigación y en la práctica médica que emplean sensores y sistemas de medición	P	Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC34	Explica modelos predictivos para resolver tareas de regresión y clasificación en el contexto de aplicaciones biomédicas, con rigurosidad en la evaluación de resultados y análisis de los alcances de las tecnologías utilizadas.	C	Inteligencia artificial y Big Data
				mC35	Comprende los conceptos fundamentales sobre la mecánica de fluidos fisiológicos, sus relaciones constitutivas, de conservación, y condiciones de contorno.	C	Fenómenos de transporte
				mC36	Identifica, analiza, formula modelos multimodales que integren diferentes fuentes de información médica para soportar procesos en la rutina clínica.	P	Análisis de imágenes médicas
E3	RA1, RA8, RA9	E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.	4 -Analizar	mC37	Valora el rol de la ingeniería biomédica en la innovación y creación de nuevos productos y procesos.	A	Introducción a la Ingeniería Biomédica
				mC41	Identifica y aprovecha oportunidades para desarrollar procesos creativos que generen un valor cultural, social y económico.	A	Formación empresarial
				mC42	Comprende los procesos de I+D+i para la búsqueda de soluciones novedosas a	C	Programación Diseño de Ingeniería I

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					problemas y retos en la ingeniería biomédica.		Diseño de Ingeniería II Formación empresarial
				mC43	Aplica los principios de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y vigilancia competitiva, para la gestión de información que alimente las estrategias de las organizaciones en las que participa.	P	Gestión tecnológica hospitalaria Diseño de Ingeniería I Formación empresarial
				mC44	Aplica los modelos y herramientas de la gestión de conocimiento y la innovación para generar valor para las organizaciones en las que participa y la sociedad, posibilitando la creación de nuevos productos, procesos, sistemas o dispositivos biomédicos.	C	Diseño de Ingeniería I
				mC45	Identifica los patrones de innovación tecnológica para la generación de nuevas ideas y soluciones	C	Biotecnología en salud
				mC46	Reconoce las tecnologías actuales e identifica los nuevos desarrollos para dar soluciones a problemas en el contexto de la salud	C	Ciencia de los materiales Tecnologías de la información y la comunicación en salud
				mC47	Reconoce los principios fundamentales y aplicación de la telemedicina y la salud digital	C	Telesalud
				mC48	Integra el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para crear productos novedosos con el apropiado uso de la tecnología	P	Diseño de Ingeniería II
				mC49	Usa adecuadamente las herramientas tecnológicas que permitan simular el comportamiento de procesos y	P	Tecnologías de la información y la comunicación en salud

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					dispositivos para uso biomédico y su validación		
		Competencias del énfasis					
E4	RA1, RA2, RA8, RA9	E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	mC50	Entiende las características de los roles en un equipo multidisciplinario del área de ingeniería clínica y las relaciones que surgen en este ambiente de trabajo.	A	Introducción a la Ingeniería Biomédica Telesalud
				mC51	Comprende los factores que rigen la economía de la salud y simula un modelo de economía de la salud que tiene en cuenta las incertidumbres de los parámetros	C	Formación empresarial
				mC53	Toma decisiones informadas acerca de la operación de los sistemas de prestación de servicios de salud a partir de la gestión de la información del contexto	C	Gestión tecnológica hospitalaria Formación empresarial
				mC54	Implementa técnicas, procesos y normas para la gestión y aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de operación en los sistemas de prestación de servicios de salud	C	Bioquimica Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud Diseño de ingeniería II
				mC55	Gestiona la tecnología de apoyo para el funcionamiento de los sistemas de salud con el propósito de adquirir, adaptar, asimilar o transferir las que resulten útiles a pacientes y personal de la salud en los procesos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento de la salud garantizando su disponibilidad y seguridad.	P	Biología celular y molecular Biotecnología en salud
				mC56	Planificar, gestiona y supervisa la compra, instalación y el mantenimiento de dispositivos, equipos, sistemas e	C	Gestión tecnológica hospitalaria

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					infraestructura clínica con criterios de calidad, seguridad, oportunidad, racionalidad, sostenibilidad, eficacia y eficiencia.		
				mC58	Aplica los principios de la administración y desarrollo del talento humano en entornos sanitarios.	P	Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud
				mC59	Aplica estrategias para identificar, evaluar, gestionar y divulgar oportunamente la información sobre incidentes y eventos adversos por el uso de dispositivos médicos.	P	Gestión tecnológica hospitalaria
				mC60	Analiza las principales características de un dispositivo médico para clasificarlo de acuerdo a su aplicación y riesgo	P	Gestión tecnológica hospitalaria
				mC61	Planifica los servicios y tecnología hospitalaria con criterios de optimización y eficiencia.	P	Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud
				mC62	Identifica los parámetros relevantes para gestionar los recursos de talento humano, tecnología e infraestructura de una organización desde un enfoque sistémico	P	Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud
E5	RA1, RA2, RA8, RA9	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	mC57	Reconoce la importancia de la comprensión de las situaciones psicosociales que rodean a los pacientes en condición de discapacidad en los procesos de rehabilitación	A	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia
				mC63	Conoce las áreas profesionales que intervienen en la rehabilitación y la importancia de su aporte en el trabajo en equipo	A	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
		cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)		mC64	Genera espacios de comunicación empáticos que permiten conocer las necesidades y situaciones clínicas y psicosociales de los pacientes o profesionales de la salud para determinar los requerimientos formales y funcionales de tecnología para la asistencia y la rehabilitación.	A	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia
				mC65	Aplica las diferentes técnicas manuales y digitales de presentación gráfica como alternativa para expresar y transmitir sus ideas	C	Ciencia de los materiales Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada
				mC66	Conoce las bases de funcionamiento y programación de los principales dispositivos para monitorización del cuerpo humano	C	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada
				mC67	Conoce los fundamentos de la fisiología y patología del cuerpo humano.	C	Fisiología I Fisiología II Biomecánica
				mC68	Conoce los diferentes tipos de diversidades funcionales que afectan a un ser humano, su etiología (causas) y consecuencias	C	Bioquimica
				mC69	Aplica los principios de diseño universal y diseño para todos en los procesos de evaluación, diseño y rediseño de dispositivos biomédicos destinados a la rehabilitación y asistencia de pacientes con alguna diversidad funcional.	C	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada
				mC70	Conoce los principios de los principales dispositivos y métodos de regulación,	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica Telesalud

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					restablecimiento, complemento y reemplazo de funciones.		
				mC71	Programa sobre diferentes lenguajes de bajo y medio nivel para procesar información tomada de sensores biomédicos y resolver una labor de cómputo a partir de esta información.	P	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada Mecatrónica
				mC72	Implementa soluciones biomédicas básicas con apoyo de la Inteligencia Artificial	P	Inteligencia artificial y Big Data Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada Mecatrónica
				mC73	Analiza las principales variables que afectan la interacción humana con los dispositivos biomédicos para generar alternativas de diseño con criterios de accesibilidad y usabilidad.	C	Biotecnología en salud
				mC74	Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.	C	Fisiología I Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada Robótica y salud Mecatrónica
				mC75	Integra los elementos básicos de la robótica, sistemas de control, sensores y actuadores, en el diseño e implementación de dispositivos para la rehabilitación y asistencia	C	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada Robótica y salud Mecatrónica
				mC76	Asocia la relación entre estructura y función en tejidos músculo esqueléticos con el propósito de estudiar su	P	Biomecánica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					comportamiento mecánico considerando los principios de la mecánica de materiales.		Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada
				mC77	Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.	C	Circuitos eléctricos y electrónica analógica Sistemas digitales y embebidos Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia avanzada
				mC78	Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.	C	Fenómenos de transporte Biomecánica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Robótica y salud Mecatrónica
				mC79	Comprende las metodologías y procesos del diseño industrial y las aplica en el diseño y rediseño de dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia	C	Biotecnología en salud
E6	RA1, RA2, RA8, RA9	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	mC80	Conoce los principios electrónicos, estadísticos y fisiológicos requeridos para el diseño de instrumentos y sistemas utilizados en la adquisición, análisis, medición e interpretación de datos de los seres humanos	C	Fisiología I Fisiología II Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC81	Valora los riesgos asociados a la implementación y uso de la instrumentación biomédica.	A	Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC83	Reconoce los principios, aplicación y funcionamiento básico de los principales dispositivos de instrumentación	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica Instrumentación biomédica terapéutica y de soporte

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					diagnóstica basado en bioseñales, imágenes e instrumentación terapéutica y de soporte.		Instrumentación biomédica de imágenes médicas Telesalud
				mC84	Utiliza sensores, actuadores y sistemas de adquisición, almacenamiento, control y transmisión de señales e información biomédica	P	Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC86	Mantiene, selecciona, evalúa y desarrolla instrumentos biomédicos con criterios de calidad, confiabilidad, seguridad y economía, atendiendo a los estándares legales y éticos.	P	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
				mC87	Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología de instrumentación biomédica	P	Circuitos eléctricos y electrónica analógica Sistemas digitales y embebidos
				mC3	Aplica las técnicas y los métodos de la ingeniería concurrente en el diseño y desarrollo de dispositivos médicos.	P	Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC131	Evalúa la normatividad que regula el diseño, la producción y la venta de productos médicos, a nivel nacional e internacional	P	Instrumentación biomédica diagnóstica
				mC5	Aplica los principios de electrónica analógica, electrónica digital, estadísticos, fisiológicos y de programación de computadores requeridos para el diseño de dispositivos y sistemas utilizados en el tratamiento con energías del cuerpo humano y en los equipos de soporte.	P	Instrumentación biomédica terapéutica y de soporte
				mC18	Aplica los principios de electrónica analógica, electrónica digital, estadísticos, fisiológicos y de programación de	P	Instrumentación biomédica de imágenes médicas

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					computadores requeridos para el diseño de dispositivos y sistemas utilizados en la generación de imágenes médicas.		
				mC38	Aplica los conceptos básicos de manipuladores robóticos e interfaz hombre máquina.	P	Robótica y salud
				mC39	Aplica los principios básicos relacionados con la descripción matemática de los manipuladores y la descripción de movimiento de cuerpos rígidos.	P	Robótica y salud
				mC40	Implementa algoritmos simplificados para el control dinámico de manipuladores robóticos.	P	Robótica y salud
E7	RA1, RA2, RA8, RA9	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	mC88	Demuestra un comportamiento ético y profesional en el uso de datos de los pacientes en sistemas informáticos.	A	Inteligencia artificial y Big Data
				mC89	Conoce los principios básicos de la estructura, función y procesos de la célula y los sistemas biológicos y las técnicas básicas para su estudio.	C	Biología celular y molecular Bioinformática básica Ómicas Bioinformática molecular
				mC90	Identifica bases de datos biológicas no redundantes, completas y verídicas para visualizar, manipular y extraer datos que puedan ser objeto del análisis bioinformático para apoyar la resolución de problemas biomédico.	C	Bioinformática básica Bioinformática molecular
				mC91	Conoce los fundamentos para la adquisición, almacenamiento, procesamiento y análisis de las imágenes médicas.	C	Análisis de imágenes médicas
				mC92	Aplica las abstracciones principales del paradigma de programación estructurada	P	Programación

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					y programación orientada a objetos para resolver problemas usando lógica computacional		
				mC93	Comprende y utiliza las estructuras de datos básicas para modelar computacionalmente problemas complejos	C	Estructura de datos
				mC94	Entiende la complejidad de los algoritmos para seleccionar las abstracciones adecuadas en la solución computacional a un problema	C	Estructura de datos
				mC95	Integra datos ómicos y clínicos para mayor comprensión de los fenómenos biológicos.	P	Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos Ómicas
				mC96	Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.	P	Bioestadística Diseño de ingeniería I Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos Ómicas
				mC97	Recopila, integra y preprocesa datos biomédicos para la construcción de un almacén de datos biológicos.	P	Bioestadística Bioinformática básica Ómicas Bioinformática molecular
				mC99	Diseña sistemas bioinformáticos, simula y modela sistemas biológicos a partir de la aplicación de principios, métodos y técnicas matemáticas, computacionales y de inteligencia artificial adecuados.	P	Modelado de sistemas biomédicos Diseño de ingeniería II
				mC101	Analiza y representa gráficamente datos ómicos, interpreta los resultados que resulten de su análisis integrativo y	P	Bioestadística Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos Ómicas

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					presenta conclusiones que pueden ser incluidos en un trabajo científico.		
				mC103	Reconoce nuevas estrategias computacionales para el tratamiento y representación de la información que permiten el aprovechamiento de los datos en tareas de análisis de información, comprobación de hipótesis y soporte en la predicción de eventos.	P	Inteligencia artificial y Big Data
				mC104	Conoce los principios y la aplicación de sistemas informáticos que pueden ser utilizados para la solución de problemas biomédicos	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica Telesalud
				mC105	Conoce el funcionamiento de un organismo desde el nivel celular, tisular y sistémico y su relación con diferentes patologías.	C	Biología celular y molecular Fisiología II
				mC52	Comprende la noción de bases de datos y la importancia de la persistencia de los mismo para cualquier sistema software	C	Bases de datos
				mC82	Utiliza las abstracciones del modelo entidad-relación para modelar relaciones entre conceptos que deben persistir en una base de datos relacional.	P	Bases de datos
				mC85	Utiliza el modelo relacional para representar las abstracciones de datos en forma de tablas y relaciones que permitan almacenar la información	P	Bases de datos
				mC102	Comprende y utiliza el lenguaje de definición de datos (DDL) para crear las tablas y relaciones que forman parte de una base de datos.	C	Bases de datos

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
				mC111	Comprende y utiliza el lenguaje de manipulación (DML) de datos para crear, actualizar y eliminar datos de una base de datos.	C	Bases de datos
				mC123	Comprende y utiliza el lenguaje de consulta de datos SQL para consultar los datos almacenados en forma de tablas y relaciones en una base de datos	C	Bases de datos
				mC129	Conoce los principios básicos, fases, cualidades y tipos de sistemas informáticos aplicados al área de la salud	C	Tecnologías de la información y la comunicación en salud
				mC141	Conoce los principales estándares y protocolos para la transferencia de información médica	C	Tecnologías de la información y la comunicación en salud
E8	RA1, RA2, RA8	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	mC106	Reconoce la importancia del uso racional de los recursos naturales y tecnológicos y la generación de materiales amigables con el medio ambiente.	A	Ciencia de los materiales
				mC107	Conoce los fundamentos de la biología celular y tisular, principalmente los relacionados con la tipología, estructura, función y procesos de regeneración y restauración	C	Biología celular y molecular Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos
				mC108	Aplica los conocimientos en biología celular y tisular para realizar combinación de células para elaborar tejidos artificiales.	C	Ingeniería de tejidos
				mC109	Interpreta información técnica de los materiales a partir de los cuales están elaborados los dispositivos y equipos biomédicos.	P	Biotecnología en salud Biomateriales Biomateriales poliméricos
				mC110	Conoce las principales variables que determinan o describen la composición,	C	Bioquímica Diseño de sistemas digitales y

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
					estructura, propiedades, síntesis o procesado de los principales biomateriales y sus compuestos.		embebidos Biomateriales Biomateriales poliméricos
				mC112	Evaluar la biocompatibilidad de un material a partir de su caracterización	P	Biocompatibilidad de biomateriales
				mC113	Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.	P	Ciencia de los materiales Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos
				mC114	Comprende el funcionamiento de las bases moleculares de la genética	C	Biología celular y molecular
				mC115	Comprende las propiedades químicas y estructurales de la materia y su relación con las funciones en los sistemas biológicos.	C	Bioquímica
				mC116	Conoce los principios y la aplicación de los principales materiales que se usan con un propósito médico.	C	Introducción a la Ingeniería Biomédica Telesalud
				mC117	Integra conocimientos del funcionamiento de las bases moleculares de la genética y de las proteínas en sistemas y órganos para su uso en biomateriales innovadores	P	Biotecnología en salud
				mC118	Reconoce la diferencia entre la ciencia e ingeniería de los materiales	C	Ciencia de los materiales
				mC119	Identifica los diferentes tipos de materiales y sus diferentes clasificaciones	P	Ciencia de los materiales
				mC120	Reconoce la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales	P	Ciencia de los materiales
		Competencias genéricas y ciudadanas					

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
C1	RA4	**C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo:** ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.	5-Evaluar	mC121	Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	A	Introducción a la Ingeniería Biomédica Biología celular y molecular Fisiología II Formación empresarial Telesalud
				mC122	Actúa de manera autónoma de acuerdo con la información que obtiene de los problemas de su entorno.	A	Gestión de proyectos
				mC124	Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	A	Biotecnología en salud Diseño de ingeniería II Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Tecnologías de la información y la comunicación en salud Mecatrónica
				mC132	Reconoce y asume el modelo político jurídico del Estado colombiano.	A	Gestión de calidad y Acreditación en Sistemas de Salud
G1	RA1, RA6, RA9	**G1 Razonamiento cuantitativo**: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.	5-Evaluar	mC125	Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.	P	Bioestadística Ciencia de los materiales Diseño de sistemas digitales y embebidos Inteligencia artificial y Big Data Simulación de sistemas biomédicos
				mC126	Representa la información cuantitativa de diversas formas.	P	Bioestadística Diseño de sistemas digitales y embebidos Simulación de sistemas biomédicos
				mC127	Utiliza métodos cuantitativos para solucionar problemas.	P	Ciencia de los materiales Diseño de sistemas digitales y embebidos Simulación de sistemas biomédicos Análisis de imágenes médicas

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
				mC128	Realiza estimaciones para establecer la racionalidad de las soluciones propuestas a problemas cuantitativos.	P	Diseño de sistemas digitales y embebidos Simulación de sistemas biomédicos
G2	RA1, RA3, RA5	**G2 Competencias comunicativas:** emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.	5-Evaluar	mC130	Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	P	Bioquímica Biología celular y molecular Programación Estructura de datos Bases de datos Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos Bioinformática básica Gestión tecnológica hospitalaria Biomateriales Biomateriales poliméricos
				mC133	Se comunica efectivamente de forma oral, escrita, gráfica y en otras formas no verbales con pacientes, personal y otros profesionales de la salud.	A	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
				mC134	Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	A	Bioquímica Introducción a la Ingeniería Biomédica Programación Bioestadística Estructura de datos Inteligencia artificial y Big Data Gestión de calidad y acreditación en sistemas de salud Telesalud Mecatrónica
				mC135	Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial	P	Modelado asistido por computador CAD Gestión de proyectos Formación empresarial

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
							Ingeniería de rehabilitación y tecnologías de asistencia Mecatrónica
G3	RA2, RA6, RA8	**G3 Manejo de la información:** selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.	5-Evaluar	mC136	Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	P	Introducción a la Ingeniería Biomédica Biología celular y molecular Programación Bioestadística Biomateriales Procesamiento de imágenes multidimensionales Biomateriales poliméricos
				mC137	Determina la información faltante o no confiable al analizar una situación.	P	Bioestadística Bases de datos Procesamiento de imágenes multidimensionales Inteligencia artificial y Big Data
				mC138	Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.	A	Bioestadística Ciencia de los materiales Gestión de proyectos Procesamiento de imágenes multidimensionales Inteligencia artificial y Big Data
				mC139	Evalúa el impacto social, legal y económico que implica el uso de la información.	P	Procesamiento de imágenes multidimensionales
G4	RA5	G4. Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial	5-Evaluar	mC140	Identifica los diferentes roles en un equipo de trabajo a partir de la dinámica presente en una situación dada.	P	Biología celular y molecular Fisiología I Fisiología II Procesamiento de imágenes multidimensionales
				mC142	Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	P	Introducción a la Ingeniería Biomédica Fenómenos de transporte

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
							Gestión tecnológica hospitalaria Biomecánica Gestión de calidad y acreditación de sistemas de salud Robótica y salud Telesalud Biocompatibilidad de biomateriales Ingeniería de tejidos Bioinformática básica
				mC143	Asume roles tanto de liderazgo como de soporte y apoyo en equipos de trabajo.	A	Gestión de proyectos Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
				mC144	Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	A	Bioquímica Modelado asistido por computador CAD Programación Estructura de datos Bases de datos Gestión de proyectos Formación empresarial Ingeniería de rehabilitación y tecnologías de asistencia Tecnologías de la información y la comunicación en salud Mecatrónica
				mC6	Participa y colabora en el desarrollo de proyectos y propuestas de carácter multidisciplinario.	A	Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
G5	RA7	**G5 Aprendizaje autónomo:** aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los	5-Evaluar	mC28	Analiza, corrige y mejora los procesos de aprendizaje que operan a partir de la reflexión permanente sobre las estrategias	P	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica

ID C	ID RA relacionado	Macro competencia -C	Nivel de dominio	ID mC	Micro competencia - mC	Tipo mC	Actividad académica donde se desarrolla la micro competencia
		procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo			adoptadas y los resultados obtenidos, en términos de eficiencia y calidad.		
				mC98	Planifica su trabajo orientado hacia propósitos, competencias y resultados de aprendizaje.	P	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica Diseño de Ingeniería I Diseño de ingeniería II
G6	RA3	**G6 Comunicación en inglés:** se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina	5-Evaluar	mC146	Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	C	Lengua extranjera I: Inglés Lengua extranjera II: Inglés Lengua extranjera III: Inglés Lengua extranjera IV: Inglés Bioestadística Ciencia de los materiales Diseño de ingeniería I Diseño de ingeniería II
				mC147	Interactúa en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina, utilizando el idioma inglés.	A	Lengua extranjera I: Inglés Lengua extranjera II: Inglés Lengua extranjera III: Inglés Lengua extranjera IV: Inglés
				mC148	Produce textos coherentes en inglés sobre temas que son de interés personal y general.	P	Lengua extranjera I: Inglés Lengua extranjera II: Inglés Lengua extranjera III: Inglés Lengua extranjera IV: Inglés

A: Actitudinal C: Cognitiva P: Procedimental

ANEXO C. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



PRIMER SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Universidad Industrial de Santander



INGENIERÍA BIOMÉDICA

Cálculo de funciones en una variable

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
CÁLCULO DE FUNCIONES EN UNA VARIABLE</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANAL</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 6</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 4</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
El cálculo es una herramienta básica en la formación del y la profesional en ingeniería, no sólo por la precisión que aporta en la descripción de los problemas y de las soluciones, su conceptualización y aplicación, sino porque se convierte en vehículo para el desarrollo de competencias de comunicación, de interpretación, de análisis, de síntesis, así como en la capacidad crítica reflexiva, sin las cuales un o una profesional difícilmente se enfrenta a la solución de los problemas de la vida real y los propios de su profesión.
El objeto del cálculo es definir estructuras y construir teorías acerca de ellas. Esas teorías pueden ser independientes de la realidad empírica del mundo, pero por lo general están inspiradas en ella. El cálculo de funciones de una variable mediante la noción de límite maneja el concepto de derivada y de la integral como el proceso inverso de la derivación, ambos, fundamentos del curso y que básicamente pretende reemplazar mediante un modelo lineal, el modelo no lineal que una función describe sobre determinado fenómeno. Del estudio de la derivada y de la integral se desprende una gran cantidad de resultados que enriquecen el conocimiento y las soluciones de una variedad muy amplia de problemas que las convierten en un instrumento poderoso en la intención de solucionar problemas.
El concepto de integral es fundamental para resolver problemas tales como el cálculo de áreas, el cálculo de volúmenes, el cálculo de masas, entre otros. El concepto de integral es esencial para la solución de ecuaciones diferenciales las cuales son usadas para modelar fenómenos de la naturaleza. Este plan de actividad académica contribuye al perfil de egreso en el fortalecimiento de competencias matemáticas y en la capacidad de modelizar el mundo real y formular soluciones a problemas en el contexto de ingeniería, por tanto, aportan a la comprensión del tópico generativo de ¿Cómo resolver problemas de cálculo de magnitudes en una sola dimensión?</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Incentivar al y la estudiante por el estudio del cálculo, concretamente en el cálculo de funciones en una sola variable, mediante la modelización de fenómenos de su cotidianidad. En el curso se desarrollan, básicamente y partir de funciones de variable real, los conceptos de límite, continuidad, derivada, integrales y sus aplicaciones. Estos conceptos son aplicados a las funciones matemáticas que describen ciertos fenómenos físicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">Cognitivas y procedimentales</td><td>G1</td><td>RA1, RA6, RA9</td></tr>
</table>

• Modela mediante una función magnitudes físicas, químicas, económicas; definiendo con claridad el dominio y recorrido de las magnitudes consideradas, teniendo en cuenta solo la relación entre dos magnitudes reales. • Representa gráficamente funciones para analizar su comportamiento con respecto a la variable independiente y apoyar la toma de decisiones. • Analiza las principales características de una función usando el concepto de límites y continuidad para identificar el comportamiento del sistema modelado con respecto a la variable independiente. • Interpreta la derivada de una función como una razón de cambio. • Identifica los intervalos de crecimiento y decrecimiento de la función mediante la aplicación del concepto de derivada. • Determina los puntos críticos de un problema de optimización mediante la aplicación de la derivada de la función. • Resuelve problemas en el contexto de ingeniería modelados mediante funciones de una variable. • Establece la relación entre el área bajo la gráfica de una función y la integral definida de la función. • Resuelve integrales indefinidas mediante la aplicación de las técnicas de integración o de aproximación. • Resuelve problemas de ingeniería relacionados con el cálculo de áreas, volumen de sólidos de revolución, masa y centros de masa, mediante la aplicación de la integral definida.		
Actitudinales • Busca, identifica y utiliza conocimientos de manera autónoma en el desarrollo de sus tareas, reconociendo las fuentes utilizadas. • Desarrolla las actividades académicas de manera honesta y responsable. • Comunica las ideas y soluciones a problemas, de manera oral y escrita utilizando el lenguaje especializado. • Aporta constructivamente a la solución de problemas mediante el trabajo colaborativo.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. FUNCIONES DE VARIABLE REAL. (2 semanas) - ¿Cómo modelar y representar magnitudes?

1.1. Los números reales como campo ordenado, Axioma del extremo superior, Desigualdades, Valor absoluto.

1.2. Conceptos básicos de función: definición, dominio, recorrido, gráfica.

1.3. Operaciones con funciones: suma, resta, multiplicación, división, composición de funciones, transformación de funciones.

1.4. Funciones monótonas y acotadas.

1.5. Función inversa: definición, interpretación y cálculo de inversas.

1.6. Funciones trigonométricas y sus inversas.

2. LÍMITES Y CONTINUIDAD. (2 semanas) – ¿Cómo representar y estimar tendencias?

2.1. El concepto intuitivo de límite.
2.2. Definición de límite.
2.3. Propiedades de los límites.
2.4. Teoremas sobre límites.
2.5. Continuidad de funciones.
2.6. Asíntotas.

3. DERIVADAS (3 semanas) - ¿Cómo representar los cambios instantáneos de magnitudes?

3.1. Definición de derivada.
3.2. Razón de cambio y derivada.
3.3. Teoremas sobre derivadas.
3.4. Regla de la cadena.
3.5. Derivación implícita.
3.6. Derivadas de funciones inversas.
3.7. Derivadas de orden superior.
3.8. Derivadas de funciones trigonométricas y sus inversas.

4. APLICACIONES DE LA DERIVADA (2 semanas) - ¿Cómo calcular los cambios instantáneos de magnitudes?

4.1. Incrementos, diferenciales y aproximaciones.
4.2. Definición de máximos y mínimos relativos y absolutos.
4.3. Teorema del valor medio.
4.4. Trazado de curvas: signo de la primera derivada, funciones creciente y decreciente, concavidad y puntos de inflexión.
4.5. Problemas de máximos y mínimos.
4.6. Formas indeterminadas básicas.
4.7. Regla de L'Hopital.

5. INTEGRAL DEFINIDA (2 semanas) - ¿Cómo calcular la acumulación de magnitudes?

5.1. El problema del área. Integral definida. Existencia.
5.2. Criterios de integración.
5.3. Linealidad, aditiva respecto a un intervalo de integración.
5.4. Existencia, acotación y comparación.
5.5. Primitivas y la integral como proceso inverso de la derivada.
5.6. Los teoremas fundamentales del cálculo.
5.7. Teorema del valor medio para integrales y aplicaciones.
5.8. Integración de las funciones exponenciales y logarítmicas.

6. INTEGRAL INDEFINIDA Y TÉCNICAS DE INTEGRACIÓN (3 semanas) -¿Cómo calcular integrales?

6.1. Integral indefinida. Definición.
6.2. Técnicas básicas de integración

6.3. Integración numérica.

7. APLICACIONES DE LA INTEGRAL DEFINIDA (2 semanas) - ¿Cómo calcular magnitudes mediante sumas sucesivas?

7.1. Aplicaciones en la física y en ecuaciones diferenciales (movimiento, variables separables con condiciones iniciales).

7.2. Definición y gráfica.

7.3. Área, volúmenes e integrales.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica de Cálculo de Funciones en Una Variable se emplean diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje como:

- Estudio en casa, que implica la indagación previa sobre los conceptos abordados en el desarrollo de la actividad académica, la redacción de reportes escritos y la solución de ejercicios.
- Estudio de Caso: Los estudiantes aprenden sobre la base de experiencias y situaciones de la vida real, esto les permite construir su propio aprendizaje en un contexto que los aproxima a su entorno. El caso permite realizar enlaces entre la teoría y la realidad. Es importante asegurar que el estudiante cuenta con una buena base teórica que le permita trabajar con el caso y transferir sus conocimientos a otra situación real.
- Clase magistral con énfasis en resolución de ejercicios y problemas contextualizados en ingeniería con apoyo de herramientas computacionales (GeoGebra, Calculadora de matrices, MATLAB, Excel, Python, SageMath, WolframAlpha, etc.)
- Aprendizaje orientado por proyectos en grupos colaborativos, que involucran el estudio de una situación particular en el área de su programa de estudios, el planteamiento de los modelos matemáticos y la aplicación de los procedimientos para hallar una solución matemática, así como la interpretación de la solución en el contexto del problema inicial. Estos proyectos involucran el uso de herramientas de programación como MATLAB o Python.

Estas estrategias implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como horas de trabajo independiente por parte del y la estudiante, que involucran:

Acompañamiento por parte del profesor:

- Clase magistral con resolución de ejercicios y modelación de problemas.
- Desarrollo de talleres en grupo.
- Uso de herramientas computacionales para la simulación de soluciones.
- Estudio de casos aplicados a la ingeniería.

- Resolución de problemas que cumplan con los siguientes objetivos:
    - Fomentar la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de cálculo de funciones en una sola variable en situaciones cotidianas.
    - Reforzar la comprensión de conceptos que serán utilizados en materias posteriores.
    - Propiciar que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos básicos del cálculo de funciones en una sola variable.

Trabajo independiente del estudiante:

- Lectura y comprensión previa de la temática a abordar durante el desarrollo de la clase.
- Uso de herramientas computacionales y software de simulación que le permitan al y la estudiante fortalecer la comprensión de conceptos, la resolución de problemas, la elaboración de gráficas y la interpretación de resultados.
- Resolución de problemas y talleres de ejercitación de forma individual y grupal.
- • Preparación de evaluaciones

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Identifica el dominio y recorrido de una función. • Representa gráficamente funciones básicas a partir de su representación matemática. • Describe el comportamiento de un sistema modelado de una función con respecto a la variable independiente. • Calcula la derivada de funciones básicas. • Identifica los intervalos de crecimiento y decrecimiento de una función. • Calcula mínimos y máximos de una función. • Analiza e interpreta soluciones en un contexto específico.	30%	Talleres, Simulaciones y Resolución de Problemas desarrollados en el Aula o de Trabajo Independiente. Incluye el seguimiento de procesos de autoevaluación y la participación en clase.
• Establece la relación entre el área bajo la gráfica de una función y la integral definida de la función. • Aplica diferentes técnicas de integración o de aproximación para resolver integrales indefinidas.	35%	Pruebas cognitivas formuladas por el profesor.
• Describe la operación de integración como la operación inversa de la derivada aplicada en fenómenos físicos. • Identifica las condiciones bajo las cuales existe y se puede calcular la integral definida de una función. • Identifica información de calidad.	15%	Examen intermedio formulado por la Escuela de Matemáticas
• Entrega las actividades de acuerdo con lo solicitado • Se expresa de manera asertiva y clara. • Desarrolla de manera eficiente el trabajo en colaboración.	20%	Examen Final formulado por la Escuela de Matemáticas.

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- LARSON, H. (1987). Cálculo con Geometría Analítica. México: McGraw Hill.
- LEITHOLD, L. (1987). El Cálculo con Geometría Analítica (5° ed.). México: Editorial Harla.
- PURCELL, E. & VARBERG, D. (1992). Cálculo con Geometría Analítica (6a. ed.). México:Prentice-Hall.
- SPIVAK, M. (1985). Cálculo Infinitesimal. Bogotá: Editorial Reverté.
- STEIN, S. & BARCELLOS, A. (1995). Cálculo y Geometría Analítica (Vol. 1). Bogotá: McGraw-Hill.
- STEWART, J. (2008). Cálculo de una variable (8° ed.).
- SWOKOVSKI, E. (1989). Cálculo con Geometría Analítica. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- THOMAS, F. (1987). Cálculo con Geometría Analítica (Vol. 1). México: Editorial Addison- Wesley.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Introducción al Álgebra Lineal

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INTRODUCCIÓN AL ÁLGEBRA LINEAL</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

La resolución de problemas es la habilidad central de la práctica de la ingeniería y las ciencias, ya que permite mejorar la eficiencia en los procesos, sistemas, proyectos e investigaciones, involucrando procesos de comunicación efectiva, toma de decisiones informadas e innovación. El curso de Introducción al Álgebra Lineal, como parte integral de la propuesta curricular de los programas de ingeniería y ciencias, busca formar profesionales con los conceptos teóricos y matemáticos para que desarrollen la habilidad de aplicarlos en la solución de problemas reales dentro de contextos de proyectos de su profesión, aportando elementos para el tópico generativo de **¿Cómo resolver problemas de ingeniería?**

La fundamentación teórica y matemática que proporciona el álgebra lineal en los primeros semestres del programa curricular será necesaria para que el o la estudiante comprenda como se aplicarán estas técnicas en los cursos de los semestres superiores. Aplicar los conceptos del álgebra lineal les permite a los y las profesionales en formación, la solución de problemas complejos, el diseño y análisis de sistemas, así como el desarrollo de nuevas tecnologías y mejorar la eficiencia de las soluciones, además de facilitar un espacio para comunicarse de manera efectiva con otros profesionales. En resumen, el curso contribuye al desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes donde se abordan habilidades de razonamiento lógico, abstracción, generalización y la resolución de problemas.

La actividad académica de Introducción al Álgebra Lineal abordará contenidos matemáticos fundamentales que se aplican en diversas áreas de la ingeniería y las ciencias. Estos contenidos incluyen:

a) El conjunto de los números complejos, que visto como una extensión del conjunto de los números reales proporcionará al y la estudiante herramientas matemáticas útiles para la manipulación y comprensión de fenómenos avanzados en campos como las ondas electromagnéticas y mecánicas, los circuitos eléctricos, la solución de ecuaciones diferenciales, el control y el tratamiento de señales, entre otros campos.

b) El espacio vectorial euclidiano Rn, el cual proporcionará el lenguaje teórico necesario para la descripción de las soluciones de sistemas de ecuaciones lineales, se enfoca en el estudio de los vectores n-dimensionales como objeto matemático y provee herramientas para la modelización de sistemas físicos, problemas de ingeniería y matemática aplicada. Este concepto matemático es esencial para el análisis de

estructuras, la mecánica de fluidos, la teoría electromagnética, la geometría analítica, la estadística y el análisis numérico, la economía, entre otros campos.

c) Matrices, concepto fundamental en la representación y manipulación de datos, que le brindará al y la estudiante herramientas para la modelización de ciertos fenómenos y problemas en áreas como la programación, la inteligencia artificial, el procesamiento de señales e imágenes, la optimización, métodos numéricos, entre otros.

d) Determinantes, que son una herramienta teórica en el estudio y solución de diversos problemas matemáticos como: determinar la consistencia de los sistemas de ecuaciones lineales, clasificar puntos críticos en la optimización de funciones multivariables, calcular áreas y volúmenes, analizar la estabilidad de sistemas dinámicos y el cálculo de momentos de inercia entre otros.

e) Solución y análisis de consistencia de los sistemas de ecuaciones lineales, tema fundamental para los estudiantes de ingeniería y ciencias, ya que es una herramienta clave para modelar y resolver problemas.

f) Solución y análisis de consistencia de los sistemas de ecuaciones lineales, tema fundamental para los y las estudiantes de ingeniería, el cual es una herramienta clave para modelar y resolver problemas en diversas áreas del conocimiento, por ejemplo, la modelización de sistemas dinámicos en física, los procesos de reacción química, la solución de problemas de análisis estructural, o la oferta y demanda de bienes y servicios en economía, entre otras.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Introducir a los y las estudiantes en los conceptos fundamentales del álgebra lineal para que comprendan su aplicación y desarrollen habilidades de pensamiento matemático y resolución de problemas en ingeniería y ciencias. Además, se propone fortalecer el trabajo autónomo y colaborativo con la responsabilidad que demanda el contexto de la educación superior.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
Cognitivas y procedimentales • Utiliza el cuerpo de los números complejos para resolver algunas ecuaciones algebraicas. • Modeliza matemáticamente y resuelve problemas de ingeniería usando vectores, así como problemas de geometría analítica que involucran puntos, rectas y planos en el espacio. • Modeliza y resuelve problemas usando las matrices, sus operaciones y propiedades. • Interpreta el determinante y sus propiedades para establecer relaciones entre conceptos del álgebra lineal. • Modeliza y resuelve diferentes problemas de aplicaciones de sistemas de ecuaciones lineales en el área de las matemáticas y de la ingeniería por los métodos de Eliminación Gaussiana, matriz inversa y regla de Cramer.	G1	RA1, RA6, RA9

• Utiliza herramientas computaciones para implementar algoritmos de álgebra lineal que resuelven problemas de manera eficaz. • Analiza de forma crítica las soluciones obtenidas mediante métodos algebraicos, contrastándolas con el contexto del problema. • Demuestra algunas proposiciones relacionadas con los conceptos del álgebra lineal para desarrollar habilidades de pensamiento abstracto.		
Actitudinales • Trabaja tanto autónomamente como colaborativamente en la adquisición de nuevo conocimiento. • Asume con responsabilidad sus compromisos individuales en el proceso de formación e interactúa de manera honesta, madura y respetuosa con las personas que comparten y apoyan ese proceso.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. El conjunto de los números complejos S (1,5 SEMANAS) ¿Qué son los números complejos? ¿Cómo se pueden usar para encontrar las raíces de un polinomio?

1.1. Orígenes, definición y representaciones (geométrica, binomial y polar) de los números complejos.

1.2. Aritmética de números complejos: suma, producto, potencias y raíces.

1.3. Propiedades de los números complejos.

1.4. Ecuaciones polinómicas y Teorema Fundamental del Álgebra.

2. Rn como espacio vectorial euclidiano. (2 SEMANAS) ¿Cómo operar, representar y visualizar vectores en el plano o en el espacio? ¿Cómo pueden extenderse estas propiedades a vectores n-dimensionales?

2.1. Vectores en el plano R2 y el espacio R3. Representación geométrica y algebraica (coordenadas).

2.2. Álgebra de vectores: suma de vectores, producto de un vector por un escalar. Propiedades.

2.3. Producto escalar de vectores, producto vectorial, producto mixto, proyecciones, ángulos, normas, distancias, vectores ortogonales y paralelos. Propiedades del producto escalar, producto vectorial y producto mixto.

2.4. Rectas y planos en el espacio.

3. Matrices (2 SEMANAS) ¿Cómo se operan y cuáles son las propiedades fundamentales de las matrices? ¿Cómo pueden usarse en problemas de aplicación?

3.1. Álgebra de matrices: suma, producto por escalar y producto de matrices.

3.2. Operaciones elementales entre filas. Matrices elementales. Matrices equivalentes por filas. Matrices escalonadas reducidas por filas.

3.3. Matrices invertibles. Método de eliminación de Gauss para encontrar la inversa (si existe) de una matriz cuadrada.

3.4. Problemas de aplicación usando algunas herramientas computacionales.

4. Determinantes. (1,5 SEMANAS) ¿Qué es el determinante de una matriz? ¿Cómo se calcula?

4.1. Definición. Fórmulas de expansión para calcular determinantes (método de cofactores).
4.2. Cálculo de determinantes por diagonalización.
4.3. Propiedades: fórmula del producto, determinante de la transpuesta, determinante de la matriz inversa. Fórmula de la adjunta para hallar la matriz inversa.

5. Sistemas de ecuaciones lineales. (2 SEMANAS) ¿Qué es un sistema de ecuaciones lineales y cómo se resuelven? ¿Qué métodos se pueden usar para resolver problemas que involucren sistemas de ecuaciones lineales?
5.1. Sistemas de ecuaciones lineales: definición y ejemplos de ecuaciones lineales, definición y ejemplos de sistemas de ecuaciones lineales, representación matricial.
5.2. Método de eliminación de Gauss para hallar la solución general de un sistema de ecuaciones lineales.
5.3. Método de la inversa y Regla de Cramer.
5.4. Condiciones de existencia y unicidad de soluciones de un sistema de ecuaciones lineales. Sistemas de ecuaciones lineales homogéneos.
5.5. Problemas de aplicación de los sistemas de ecuaciones lineales, usando herramientas computacionales.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica Introducción al álgebra Lineal se emplean diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje como:.

- Estudio en casa, que implica la indagación previa sobre los conceptos abordados en el desarrollo de la actividad académica, la redacción de reportes escritos y la solución de ejercicios.
- Clase magistral con énfasis en resolución de ejercicios y problemas contextualizados en ingeniería con apoyo de herramientas computacionales (GeoGebra, Calculadora de matrices, MATLAB, Excel, Python, SageMath, WolframAlpha, etc.)
- Aprendizaje orientado por proyectos en grupos colaborativos, que involucran el estudio de una situación particular en el área de su programa de estudios, el planteamiento de los modelos matemáticos y la aplicación de los procedimientos para hallar una solución matemática, así como la interpretación de la solución en el contexto del problema inicial. Estos proyectos implican el uso de herramientas de programación como MATLAB o Python.

Estas estrategias que implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como de horas de trabajo independiente por parte del y la estudiante, tal como se indica a continuación:

Acompañamiento por parte del profesor:

- Revisión de conocimientos previos de los estudiantes, por medio de cuestionarios en Moodle, realimentación de preinformes, interrogatorios al inicio de las sesiones de clase, entre otros.
- Despertar en el estudiante la curiosidad por la investigación con biografías de personas que hicieron aportaciones a las matemáticas, el origen y evolución de los conceptos que se estudian en el curso o problemas hipotéticos con el fin de acrecentar el sentido y la actitud crítica del estudiante.
- Proyectos individuales o en grupo, donde se deberán resolver problemas contextualizados en el ámbito de la ingeniería, promoviendo el uso de herramientas computacionales.
- Discutir en grupos para intercambiar ideas argumentadas, así como construir y analizar conceptos y definiciones.
- Desarrollar actividades donde los estudiantes apliquen e integren los conocimientos adquiridos y los relacionen con su carrera, resolviendo problemas que:
    - Fomenten la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de álgebra lineal en situaciones cotidianas.
    - Fortalezcan la comprensión de conceptos que serán utilizados en actividades académicas posteriores.
    - Propicien que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios del álgebra lineal.

Trabajo independiente del estudiante:

- Uso de herramientas computacionales y software graficador que le permitan al estudiante tener las dos perspectivas de los objetos geométricos: su vista gráfica y su representación algebraica, para establecer propiedades de los objetos y relaciones entre ellos, promoviendo la comprensión de conceptos, la resolución de problemas, la elaboración de gráficas y la interpretación de resultados.
- Resolución de ejercicios en cuestionarios de Moodle.
- Desarrollo colaborativo e individual de proyectos.
- Lectura de biografías de personas que hicieron aportaciones a las matemáticas, el origen y evolución de los conceptos que se estudian en el curso o problemas hipotéticos con el fin de acrecentar el sentido y la actitud crítica del estudiante.
- Lecturas previas de los conceptos a abordar y redacción de preinformes.
- Preparación de actividades de evaluación

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación	Estrategias de evaluación
• Identificar el conjunto de los de números reales. • Aplicar operaciones algebraicas en la solución de ejercicios. • Graficar ecuaciones.	**0%**	Examen diagnóstico formulado por la Escuela de Matemáticas (preferiblemente a través del Aula Virtual). Corresponde un cuestionario de preguntas de selección múltiple, verdadero/falso, completar, relacionar columnas, entre otras; con

		el propósito de evaluar los presaberes en: aritmética de los números reales, manipulación de expresiones algebraicas como factorización y productos notables, así como la capacidad de resolver y graficar ecuaciones lineales y de segundo grado, y realizar operaciones básicas con números complejos. Este examen se realizará en la primera semana de clases, preferiblemente a través del aula virtual y durante las horas de TI.
• Identificar el cuerpo de los números complejos como una ampliación del cuerpo de los números reales. • Explicar el Teorema Fundamental del Álgebra y usarlo para resolver ecuaciones polinómicas. • Identificar la noción de vectores en el plano y en el espacio, como entes matemáticos abstractos definidos por sus atributos (magnitud, dirección y sentido). • Resolver con propiedad operaciones relacionadas con el álgebra vectorial (suma, producto por un real, producto escalar y producto vectorial) e interpreta las operaciones y resultados geométricamente. • Interpretar geométricamente la solución de un problema cuando está definido en R2 y R3. • Ejecutar operaciones matriciales. • Utilizar y aplicar las propiedades de las operaciones con matrices. • Resolver problemas de ingeniería de manera eficiente y efectiva mediante operaciones del álgebra matricial. • Calcular determinantes utilizando el método de cofactores, triangulación (eliminación de Gauss) y propiedades de los mismos. • Utilizar los determinantes para probar la existencia de la inversa de una matriz y hallarla caso que exista. • Plantear un sistema de ecuaciones lineales que permite resolver un problema dado contextualizado en ingeniería.	**50%**	Proyectos grupales o individuales, reportes escritos, preinformes, participación en clase, valoración del cumplimiento y desempeño en tareas y deberes asignados usando rúbricas de autoevaluación y coevaluación Pruebas escritas formuladas por el profesor, cuestionarios en Aula Virtual. Son una herramienta de evaluación que permite al y la estudiante demostrar sus habilidades, conocimientos, destrezas, actitudes y nivel de logros en un tema determinado. Este tipo de evaluación puede incluir preguntas de selección múltiple, falso o

• Resolver sistemas de ecuaciones por alguno de los métodos estudiados. • Analizar críticamente las respuestas obtenidas algebraicamente contrastándolas con el contexto del problema. • Demostrar propiedades básicas y mostrarcontraejemplos para proposiciones falsas sobre números complejos, vectores, matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales. • Utilizar los determinantes para evaluar la existencia y unicidad de las soluciones de un sistema de ecuaciones lineales y hallar la solución caso que exista. • Utilizar correctamente la nomenclatura y terminología del algebra lineal para describir, modelizar y argumentar con propiedad, de manera clara y rigurosa, propiedades, problemas y soluciones. • Realizar y finalizar las actividades programadas en el tiempo fijado y con los recursos establecidos para la entrega. • Evaluar su propio aprendizaje por medio de mecanismos de autoevaluación (rúbricas, listas de cotejo, preguntas orientadoras, etc.). • Participar colaborativamente en los proyectos grupales enfocados en aplicaciones propias de las ciencias e ingeniería. • Participar activamente en las discusiones de clase. • Consultar y seleccionar de forma autónoma información apropiada para comprender una situación problemática o un tema específico. • Analizar y sintetizar información utilizando estrategias adecuadas de aprendizaje. • Aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de problemas propuestos.		verdadero y respuesta corta, pero destacan las preguntas tipo ensayo. En este tipo de pregunta, se le solicita al y la estudiante que resuelva un problema, presentando el planteamiento, la solución y el análisis de resultados para responder al problema, acompañados de justificaciones claras y rigurosas. También se pueden incluir preguntas en las que el estudiante deba mostrar sus conocimientos mediante la redacción de demostraciones de propiedades básicas del álgebra lineal. Esta evaluación representa una oportunidad para que el y la estudiante reciba retroalimentación específica sobre sus fortalezas y debilidades, lo que le permitirá rectificar las deficiencias y aprovechar las fortalezas identificadas.
• Identificar el cuerpo de los números complejos como una ampliación del cuerpo de los números reales. • Explicar el Teorema Fundamental del Álgebra y usarlo para resolver ecuaciones polinómicas. • Identificar la noción de vectores en el plano y en el espacio, como entes matemáticos abstractos definidos por sus atributos (magnitud, dirección y sentido). • Resolver con propiedad operaciones relacionadas con el álgebra vectorial (suma, producto por un real, producto escalar y producto vectorial) e interpreta las operaciones y resultados geométricamente.	**10%**	Examen intermedio formulado por la Escuela de Matemáticas (preferiblemente a través del Aula Virtual). Es una evaluación que consta de preguntas de selección múltiple, verdadero/falso, completar, relacionar columnas, entre otras; diseñado para evaluar los

• Interpretar geométricamente la solución de un problema cuando está definido en R2 y R3. • Ejecutar operaciones matriciales. • Utilizar y aplicar las propiedades de las operaciones con matrices. • Resolver problemas de ingeniería de manera eficiente y efectiva mediante operaciones del álgebra matricial. • Calcular determinantes utilizando el método de cofactores, triangulación (eliminación de Gauss) y propiedades de los mismos. • Utilizar los determinantes para probar la existencia de la inversa de una matriz y hallarla caso que exista. • Plantear un sistema de ecuaciones lineales que permite resolver un problema dado contextualizado en ingeniería. • Resolver sistemas de ecuaciones por alguno de los métodos estudiados. • Analizar críticamente las respuestas obtenidas algebraicamente contrastándolas con el contexto del problema.		conocimientos del y la estudiante en números complejos, operaciones y propiedades de las matrices, calculo y propiedades de los determinantes, solución y condiciones para la existencia de soluciones en sistemas de ecuaciones lineales, así como la comprensión de R2 y R3 como espacio euclidiano. Se propone realizar el examen, a través del aula virtual, transcurridos los ¾ del tiempo del curso.
• Demostrar propiedades básicas y mostrarcontraejemplos para proposiciones falsas sobre números complejos, vectores, matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales. • Utilizar los determinantes para evaluar la existencia y unicidad de las soluciones de un sistema de ecuaciones lineales y hallar la solución caso que exista. • Utilizar correctamente la nomenclatura y terminología del algebra lineal para describir, modelizar y argumentar con propiedad, de manera clara y rigurosa, propiedades, problemas y soluciones. • Realizar y finalizar las actividades programadas en el tiempo fijado y con los recursos establecidos para la entrega.	**15%**	Examen final formulado por la Escuela de Matemáticas. Es una evaluación que consiste en problemas tipo ensayo, en los que se espera que el y la estudiante muestre su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos durante el curso en la resolución de problemas contextualizados en ingeniería. Además, se espera que los estudiantes utilicen herramientas computacionales para resolver los problemas. De esta manera, se evaluará la comprensión y habilidad del estudiante para aplicar los conocimientos teóricos a situaciones prácticas y concretas.

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Apostol, T. (1990). Calculus. Volumen II. Cálculo con funciones de varias variables y álgebra lineal, con aplicaciones a las ecuaciones diferenciales y a las probabilidades (2da ed.). Editorial Reverté.
- Axler, S. (2015). Linear Algebra Done Right (3rd ed.). Springer.
- Espinoza Ramos, E. (2006). Álgebra lineal para estudiantes de ciencias e ingenierías (2da ed.).
- Grossman, S., & Flores Godoy, J. J. (2019). Álgebra lineal (8a ed.). McGraw-Hill.
- Herstein, I.N. (1989). Álgebra Lineal y teoría de Matrices. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Hoffman, K., & Kunze, R. (1973). Álgebra Lineal (1ra ed.). Prentice Hall Hispanoamericana.
- Isaacs, R., & Sabogal, S. (2003). Aproximación al álgebra lineal: un enfoque geométrico. Ediciones UIS.
- Strang, G. (2007). Álgebra Lineal y sus Aplicaciones. Fondo Educativo Interamericano.

Bioquímica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **INGENIERÍA BIOMÉDICA**			
Nombre de la actividad académica: **BIOQUÍMICA**			
CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Ninguno
HIP: 3		HTI: 6	
Teóricas: 2	Prácticas: 1		

JUSTIFICACIÓN

Un estudiante de Ingeniería biomédica debe conocer los fundamentos químicos y bioquímicos que facilitan el entendimiento de los agentes que producen cambios celulares tisulares o sistémicos en el hombre, así como las interacciones que pueden presentarse entre los diferentes materiales del sector biomédico y su uso desde el punto de vista de la ingeniería. Inicialmente se estudiarán las propiedades de la materia, seguido de las trasformaciones químicas y su relación con procesos industriales involucrados en la ingeniería y el sector salud. Es necesario tener los conocimientos básicos de la química para comprender el comportamiento y efecto de la ingeniería biomédica en todo el campo de acción que pueda delimitarse.

La persona que se inclina por una carrera relacionada con el área de la salud debe mantenerse informada y actualizada sobre todas las posibles circunstancias que afectan la homeostasis del hombre. Para esto se requieren fundamentos químicos y bioquímicos que facilitan el entendimiento de la formación de estos agentes externos que afectan al ser humano. Con este propósito contribuye la actividad académica desde la cual se trabajan esos fundamentos teóricos necesarios en equipo y se brinda a estos futuros profesionales de Ingeniería Biomédica las herramientas para ver el mundo con un enfoque basado en el pensamiento científico, lo cual los capacita para abordar todo tipo de problemas relacionados con su profesión necesario para el cumplimiento de las competencias del ingeniero biomédico.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Proporcionar al estudiante conocimientos básicos sobre la estructura química de los principales grupos de macromoléculas biológicas, las trasformaciones químicas y su relación con procesos industriales involucrados en el mundo de la ingeniería y del sector salud.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC115. Comprende las propiedades químicas y estructurales de la materia y su relación con las funciones en los sistemas biológicos.	E8	RA1, RA2, RA8
mC110. Conoce las principales variables que determinan o describen la composición, estructura, propiedades, síntesis o procesado de los principales biomateriales y sus compuestos.		
mC68. Conoce los diferentes tipos de diversidades funcionales que afectan a un ser humano, su etiología (causas) y consecuencias	E5	RA1, RA2, RA8, RA9

mC54. Implementa técnicas, procesos y normas para la gestión y aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de operación en los sistemas de prestación de servicios de salud	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC24. Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas	E2	RA1, RA6, RA9
mC27. Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.		
mC134. Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5
mC130. Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.		
mC144. Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Fundamentos de química: estructura y organización de la materia.
- Fundamentos de química: propiedades de la materia, mediciones y cálculos.
- Soluciones y Soluciones de electrólitos.
- Termoquímica y cinética química básica.
- Introducción a la química orgánica, interacciones moleculares.
- Biomoléculas: carbohidratos, lípidos, aminoácidos. Metabolismo de biomoléculas.
- Normas de seguridad aplicado a manejo de productos químicos.
- Método científico aplicado a procesos químicos.
- Estudio de problemas de química empleando técnicas básicas de bioquímica.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje basado en problemas
- Conferencia
- Lectura de textos
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Aplica el método científico en procesos químicos.	A	Informe escrito
• Aplica las normas de bioseguridad para el manejo de productos químicos • Reconoce los compromisos éticos del ejercicio de la profesión en una situación específica.	A	Exposición grupal
• Integra los conceptos de biomoléculas y su importancia en el funcionamiento de las células.	A	Evaluación escrita
• Demuestra conocimiento de las sustancias básicas y de la interacción que explica los fenómenos químicos, biológicos, fisiológicos que dan origen y sostienen la vida. • Comprende conceptos básicos de química general que le apoyan en el ejercicio de su profesión. • Entiende los conceptos generales referentes a soluciones que pueden ser aplicados en el área de la salud.	A	Evaluación escrita Evaluación oral

• Comprende conceptos sobre termoquímica y cinética química aplicados al estudio de los seres vivos. • Señala y explica las alteraciones que se dan en las interrelaciones químicas que garantizan la vida y su bienestar.		
• Aplica las normas de bioseguridad para el manejo de productos químicos. • Reconoce los compromisos éticos del ejercicio de la profesión en una situación específica.	B	Exposiciones grupales
• Reconoce las características de un problema complejo de la bioquímica • Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas. • Reconoce la importancia del trabajo en equipo.	A	• Exposiciones grupales • Informes escritos
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Química. Autor CHANG, RAYMOND, México McGraw-Hill, 2020. • Bioquímica: fundamentos para Medicina y Ciencias de la vida. Autor: Müller-Esterl, Werner Barcelona: Editorial Reverté, 2020.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Introducción a la Ingeniería Biomédica

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
El ingeniero biomédico es un profesional interdisciplinar que agrupa diferentes saberes para aplicarlos en una variedad de problemas relacionados con la salud de los seres humanos, por tal motivo es de gran importancia que los estudiantes conozcan de forma temprana las posibles áreas de desempeño del profesional para que puedan reconocer las relevancia de los contenidos abordados durante el desarrollo del programa académico y tengan un acercamiento previo con las líneas de profundización que este ofrece. Además, esta aproximación inicial ayudará al estudiante a tener una perspectiva clara de lo que será su quehacer profesional y de esta manera pueda identificar, por lo menos preliminarmente, sus intereses de énfasis disciplinar.

Esta ACTIVIDAD ACADÉMICA pretende también inculcar en el estudiante sus responsabilidades éticas y profesionales como ingeniero biomédico, que constituyen competencias clave en su desempeño profesional y social. Además, desarrollar en el estudiante habilidades para el trabajo en equipo y el liderazgo y estrategias para su proceso de aprendizaje individual.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Esta ACTIVIDAD ACADÉMICA tiene como propósito presentar al estudiante un marco conceptual, experiencias de aprendizaje y casos de aplicación que le permitan tener un panorama de los fundamentos teóricos, los énfasis disciplinares y los entornos profesionales de la ingeniería biomédica.

Además, se busca ofrecer un primer acercamiento a la dinámica y estrategias para la ejecución de proyectos de ingeniería a partir del desarrollo de un proyecto sencillo de aplicación donde el estudiante propondrá ideas que contribuyan a alcanzar un objetivo específico, mientras desarrolla hábitos de estudio que le permitan afrontar su formación profesional de forma estratégica y eficiente.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC19. Conoce las diferentes áreas disciplinares en las que podría desempeñarse un ingeniero biomédico.</td><td rowspan="3">E1</td><td colspan="2" rowspan="3">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td>mC8. Comprende las variables tecnológicas, económicas, sociales y legales que configuran el sistema de salud.</td></tr>
<tr><td>mC14. Identifica restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y las relativas a la salud humana</td></tr>
</table>

para formular especificaciones de diseño, proponer alternativas de solución y seleccionar más adecuada.		
mC20. Identifica los componentes básicos de la teoría de formulación de proyectos en problemas de ingeniería		
mC4. Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión.		
mC37. Valora el rol de la ingeniería biomédica en la innovación y creación de nuevos productos y procesos.	E3	RA1, RA8, RA9
mC50. Entiende las características de los roles en un equipo multidisciplinario del área de ingeniería clínica y las relaciones que surgen en este ambiente de trabajo.	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC70. Conoce los principios de los principales dispositivos y métodos de regulación, restablecimiento, complemento y reemplazo de funciones.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC83. Reconoce los principios, aplicación y funcionamiento básico de los principales dispositivos de instrumentación diagnóstica basado en bioseñales, imágenes e instrumentación terapéutica y de soporte.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC104. Conoce los principios y la aplicación de sistemas informáticos que pueden ser utilizados para la solución de problemas biomédicos	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC116. Conoce los principios y la aplicación de los principales materiales que se usan con un propósito médico.	E8	RA1, RA2, RA8
mC121. Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	C1	RA4
mC134. Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista.	G2	RA1, RA3, RA5
mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	G3	RA2, RA6, RA8
mC142.Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Historia de la ingeniería biomédica.
- Principales áreas de desempeño del ingeniero biomédico.
- Instrumentación biomédica.
- Rehabilitación biomecánica.
- Biomateriales.
- Sistemas informáticos en ingeniería biomédica.
- Ingeniería clínica.
- Bioética.

- Introducción a la formulación de proyectos en ingeniería.
- Casos de aplicación de la ingeniería biomédica.
- Formulación y desarrollo de proyecto por equipos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Estudio de casos
- Mentoría

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Describe las áreas de desempeño de un ingeniero biomédico	B	• Prueba escrita
• Explica cuáles son sus principales responsabilidades con la sociedad desde su práctica profesional	A	• Cuestionario
• Explica los recursos básicos a tener en cuenta para la formulación de proyectos de ingeniería	B	• Talleres
• Describe los aspectos claves a tener en cuenta en un problema de ingeniería biomédica para proponer una solución	A	• Estudio de caso
• Realiza la formulación básica de un proyecto para solucionar un problema biomédico	A	• Presentación de informe • Exposición grupal
• Reconoce el aporte histórico de la ingeniería biomédica a la sociedad	B	• Participación en debate
• Describe los objetivos y actividades propias de un profesional en ingeniería clínica	B	• Exposición grupal
• Describe los principios y las aplicaciones de la biomecánica en el área biomédica	B	• Exposición grupal
• Describe los principios y las aplicaciones de la instrumentación en el área biomédica	B	• Exposición grupal
• Describe los principios y las aplicaciones de los sistemas informáticos aplicados al área biomédica	B	• Exposición grupal
• Describe los principios y las aplicaciones de los materiales utilizados el área biomédica	B	• Exposición grupal
• Interpreta situaciones en las cuales se presentan dilemas éticos en el contexto profesional	A	• Cuestionario
• Expone una idea con claridad	B	• Participación en debate
• Realiza informes escritos de experiencias prácticas	B	• Presentación de informe • Exposición grupal
• Realiza trabajo en equipo para presentar un tema	B	• Presentación de informe • Exposición grupal

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:
• Historia de la ingeniería biomédica. Enrique J. Gómez Aguilera. 2007. • Ingeniería Biomédica. Sachan (Spanish Edition). 2020. • Bioética: teorías y principios. Jennifer Hincapié y María de Jesús Medina. Universidad Nacional Autónoma de México. 2019. • Formulación de proyectos de inversión en ciencia tecnología e innovación. Javier Villamizar Ramírez. 2015.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Cátedra UIS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **INGENIERÍA BIOMÉDICA**			
Nombre de la actividad académica: **CÁTEDRA UIS**			
CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 1
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Ninguno
HIP: 2		HTI: 1	
Teóricas: 2	Prácticas: 0		

JUSTIFICACIÓN

Asignatura aprobada mediante Acuerdo N° 443 de 2020 del Consejo Académico.

La UIS, en ejercicio del Proyecto Institucional, requiere de un espacio académico en el cual se aborde, de un lado, los referentes de identidad institucional, organizacional y normativa, y por el otro, la apropiación y profundización en las competencias ciudadanas, como parte de la formación integral, ética, con sentido político e innovador, de los estudiantes de primer nivel de los programas de pregrado presencial, en la búsqueda de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Ofrecer un espacio de análisis, comprensión y apropiación dialógica del modelo de ciudadanía creado y asumido por la sociedad colombiana, en articulación con la identidad y el Proyecto Institucional de la Universidad (PI), con un enfoque retrospectivo (de dónde venimos) y prospectivo (hacia dónde vamos), que les permita a los estudiantes de primer nivel identificarse como herederos de un patrimonio educativo y cultural que reciben, y recrearán durante el proceso de formación y en el ejercicio de la futura profesión.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
• El ciudadano universitario comprende que la ciudadanía colombiana es una construcción permanente, de la que él hace parte, junto con su entorno familiar, social y cultural. • El ciudadano universitario entiende el modelo político y jurídico del Estado colombiano. • El ciudadano universitario concibe la estructura y funcionamiento del Estado colombiano. • El ciudadano universitario distingue los valores y principios de ciudadanía diseñados en la Constitución Política. • El ciudadano universitario valora y asume el sistema de derechos y deberes establecidos en la Constitución Política, como garantía para el ejercicio de la ciudadanía.	C1	RA4

- El ciudadano universitario describe e interioriza los referentes de identidad colombiana, acordados en la Constitución Política.
- El ciudadano universitario conoce los entornos regional y local del quehacer universitario.
- El ciudadano universitario descubre la historia y el desarrollo institucional de la Universidad.
- El ciudadano universitario asimila la estructura y el funcionamiento de la UIS, como entidad y como Universidad.
- El ciudadano universitario acoge el proyecto institucional de la Universidad Industrial de Santander, como parte de la comunidad universitaria.
- El ciudadano universitario distingue y asume los valores y principios institucionales.
- El ciudadano universitario reconoce e interioriza los referentes de identidad institucional.
- El ciudadano universitario localiza a la Universidad en el mundo, y al mundo desde la Universidad.
- El ciudadano universitario identifica los escenarios y mecanismos de participación y construcción de ciudadanía universitaria.
- El ciudadano universitario analiza y toma una posición frente a la historia, los retos y la prospectiva de la ciudadanía universitaria.

CONTENIDOS

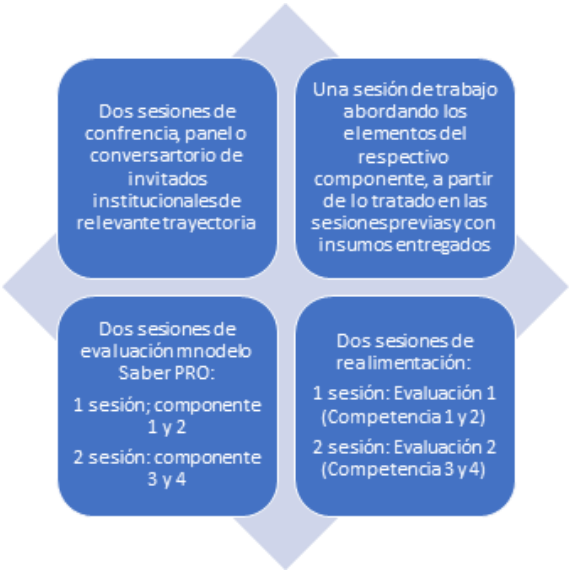


La Cátedra UIS se estructura alrededor de cuatro (4) componentes, según se indica en el gráfico anterior, los cuales se desarrollarán, a lo largo del período académico, de la primera a la décima sexta semana, así:

COMPONENTES	SEMANA	ELEMENTOS DEL COMPONENTE
1. SOCIEDAD NACIONAL, ESTADO Y CONSTITUCIÓN	1°-3°	Colombia: una sociedad nacional en construcción
		Modelo político y jurídico del Estado colombiano
		Estructura organizacional y normativa del Estado colombiano

2. CIUDADANÍA Y CIVILIDAD COLOMBIANA	4°-6°	Valores y principios fundantes de la ciudadanía
		Asunción de la ciudadanía: los derechos y los deberes
		Referentes de identidad colombiana
EVALUACIÓN	7°	Metodología PRUEBAS SABER PRO
REALIMENTACIÓN	8°	Ejercicio de revisión participativa de la evaluación
3. LA UIS	9°-11°	Los entornos de la universidad: • Identidad regional y local
		Origen y configuración institucional: • Origen y pilares institucionales • Estructura y funcionamiento
		Proyecto institucional (PI)
4. IDENTIDAD UIS Y CIUDADANÍA UNIVERSITARIA	12°-14°	Referentes institucionales de identidad • Valores y principios • Referentes y espacios • La UIS en el mundo y el mundo en la UIS
		Ejercicio de la ciudadanía Universitaria: participación
		Ejercicio de la ciudadanía Universitaria: historia, retos y prospectiva
EVALUACION	15°	Metodología PRUEBAS SABER PRO
REALIMENTACIÓN	16°	Ejercicio de revisión participativa de la evaluación

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE



La metodología ilustrada en estos cuatro tipos de sesiones las plenarias, las de trabajo grupal, las de evaluación, y las de realimentación de la evaluación se desarrollarán, para cada componente, con la siguiente distribución:

COMPONENTES	SEMANA	TIPO DE SESIÓN
1. SOCIEDAD NACIONAL, ESTADO Y CONSTITUCIÓN	1	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	2	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	3	Sesión de trabajo, abordando los elementos del respectivo componente, a partir de lo tratado en las sesiones previas, y con los materiales de aprendizaje entregados (textos, multimedia, etc.)
2. CIUDADANÍA Y CIVILIDAD COLOMBIANA	4	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	5	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	6	Sesión de trabajo, abordando los elementos del respectivo componente, a partir de lo tratado en las sesiones previas, y con los materiales de aprendizaje entregados (textos, multimedia, etc)
EVALUACION	7	Metodología PRUEBAS SABER PRO
REALIMENTACIÓN	8	Ejercicio de revisión participativa de la evaluación
3. LA UIS	9	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	10	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	11	Sesión de trabajo, abordando los elementos del respectivo componente, a partir de lo tratado en las sesiones previas, y con los materiales de aprendizaje entregados (textos, multimedia, etc)
4. IDENTIDAD UIS Y CIUDADANÍA UNIVERSITARIA	12	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	13	Sesión de conferencia, panel o conversatorio de invitados institucionales de relevante trayectoria.
	14	Sesión de trabajo, abordando los elementos del respectivo componente, a partir de lo tratado en las sesiones previas, y con los materiales de aprendizaje entregados (textos, multimedia, etc)
EVALUACION	15	Metodología PRUEBAS SABER PRO
REALIMENTACIÓN	16	Ejercicio de revisión participativa de la evaluación

Las sesiones plenarias y de trabajo grupal, así como las sesiones de evaluación y realimentación se organizarán por el equipo de profesores de la CÁTEDRA y la Vicerrectoría Académica, y dichas actividades específicas deberán someterse a evaluación interna que determinará los efectos esperados y los resultados evidenciados semestralmente, con el fin de que la Cátedra se ajuste permanentemente su objetivo.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación se hará utilizando la metodología de la PRUEBA SABER PRO, aplicada por el ICFES, para medir los procesos de calidad de la formación universitaria, y como ha venido siendo hasta el momento, la calificación será cualitativa APROBADA O PENDIENTE DE APROBACIÓN, y dicho juicio estará sujeto al desempeño demostrado en la prueba 1 (50% - componentes 1 y 2) y la prueba 2 (50% componentes 3 y 4).

El nivel de participación/asistencia a las sesiones plenarias y de trabajo grupal, según las normas institucionales aplicables, se determina si el estudiante acudió o no al 80% de dichas sesiones. Una participación inferior deberá reportarse como pendiente de aprobación por inasistencia.

Equivalencia cuantitativa: La calificación será cualitativa APROBADA O PENDIENTE DE APROBACIÓN.

BIBLIOGRAFÍA:

- Constitución Política de Colombia. Enlace: http://www.secretariasenado.gov.co/index.php/constitucion-politica
- Estatuto General de la Universidad. Enlace: http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/reglamentos/estatutoGeneral.pdf
- Proyecto Institucional - UIS. Enlace: http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/proyectoInstitucional.pdf
- ACEVEDO TARAZONA, A. La experiencia histórica del cogobierno en la Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. 2016.
- ACEVEDO TARAZONA, A. Historia de un acontecimiento. Utopía y revolución en la universidad colombiana. Universidad Industrial de Santander. 1968.
- MARTÍNEZ GARNICA, ARMANDO. Historia de la Universidad Industrial de Santander. En: Informe de Autoevaluación Institucional. Universidad Industrial de Santander. 2004.
- LEÓN GUARÍN, L; DÍAZ OSORIO, A. Historia de una universidad del medio siglo. Universidad Industrial de Santander. 2008.

Lengua extranjera I: Inglés

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
LENGUA EXTRANJERA I: INGLÉS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Certificación de nivel de competencia A1.</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 2</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 4</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

En concordancia con la misión de la Universidad Industrial de Santander y el Modelo Pedagógico Institucional, se consolida la intención de internacionalizar la propuesta curricular, lo que implica necesariamente el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales que habiliten a los miembros de la comunidad para relacionarse e interactuar con sus pares a nivel mundial. Así, se define el plurilingüismo y la multiculturalidad como una oportunidad formativa que contribuye a la consolidación de la visión institucional, desde el componente de formación integral de una comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, a la colaboración académica internacional y a la ubicación de nuestra identidad nacional en el contexto social y cultural de la aldea global.

En consecuencia, la Universidad Industrial de Santander define que, para obtener el grado, los estudiantes de programas de nivel profesional tendrán que alcanzar un nivel superior a B1 en inglés según el Marco Común Europeo de Referencia. Para lograrlo, podrán matricular tres (3) cursos de dos (2) créditos académicos cada uno, ofrecidos por la Universidad, hasta que haya cumplido con el 60% de los créditos académicos definidos en su plan de estudio o validar el nivel de lengua, mediante prueba estandarizada. Una vez el estudiante demuestra que alcanzó el nivel B1, tendrá la oportunidad de realizar un curso que eleve su nivel de competencia a B1+, equivalente a dos (2) créditos académicos, que harán parte del 40% de créditos académicos restantes en su plan de estudio. Al final, el estudiante presentará la prueba de certificación de competencia de nivel B1+, cuyo resultado constituye evidencia de cumplimiento del requisito de egreso.

La actividad académica de **Lengua Extrajera I: inglés** está estructurada según el Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas y está encaminada a contribuir con el desarrollo de las habilidades comunicativas e interculturales del estudiante que lo orientarán hacia la satisfacción de necesidades de tipo concreto por medio del uso de preguntas y la creación de respuestas sobre información cotidiana, personal propia y de otros. Así como la descripción muy sencilla de experiencias vividas en el presente, pasado y futuro de una manera pausada y simple siempre que su interlocutor hable despacio y con claridad y esté dispuesto a cooperar y a reconocer las diferencias culturales y de opinión.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

A través de esta actividad académica se ofrecerán a los estudiantes espacios y experiencias para la interacción y el intercambio de opiniones frente a situaciones personales y de su interés haciendo uso de un lenguaje sencillo e implementando estrategias de trabajo autónomo o colaborativo, con la ayuda de herramientas tecnológicas que facilitarán el acceso al conocimiento.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3
mC147 Interactúa en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina, utilizando el idioma inglés.		
mC148 Produce textos coherentes en inglés sobre temas que son de interés personal y general.		

CONTENIDOS

Comunicativos (pragmáticos)	Comunicativos (lingüísticos-gramaticales)
✓ Narrar y hacer referencias simples al pasado usando "was/were". ✓ Describir un evento pasado. ✓ Describir actividades que están sucediendo en el momento de hablar. ✓ Intercambiar información sobre su rutina en el trabajo y en su tiempo libre. ✓ Expresar preferencias en relación con temas familiares. ✓ Describir a una persona (ej. apariencia). ✓ Comparar cosas, personas o lugares. ✓ Describir objetos, posesiones o productos cotidianos comunes. ✓ Responder a sugerencias para hacer algo. ✓ Describir eventos, planes e intenciones futuras. ✓ Describir los deberes de alguien. ✓ Responder preguntas simples sobre su vida y experiencias.	Past simple Be, positive regular and irregular verbs. Past simple: negative form, question form Present continuous Revision of present simple Frequency phrases. Present simple vs. continuous Question words Comparative adjectives Superlative adjectives Going to for future intentions. Would like to and want to for future and wishes. may, might, will definitely. Have to/don't have to. Present perfect
Comunicativos (lingüísticos-lexicales)	**Socioculturales**
Leisure activities Daily routines. Jobs. Adjectives to describe objects, feelings, places.	Entertainment. Shopping around the world (On-line shopping). Festivals. Suitable jobs (virtual jobs).

Prepositions for directions and location. Past time phrases. Shops and services School and university. Clothes. Physical appearance. Personality. Parts of the body.	Telephoning and texting messages. Video calls A website profile. Technology for communication

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología abarca el enfoque comunicativo de amplio espectro apoyado con el aprendizaje por tareas y basado en proyectos; armoniza con la mediación tecnológica y fortalece los principios de autonomía y de trabajo cooperativo.

- ***Estrategias de Enseñanza***

- ✓ Actividades de interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor en contextos significativos, orientadas al desarrollo de la habilidad oral comprensiva y productiva.
- ✓ Práctica guiada mediante la realización de actividades previstas en el libro texto o adaptadas de otros textos.
- ✓ Actividades que permitan al estudiante expresar su perspectiva sobre su propia cultura y otras.
- ✓ Implementación de recursos digitales relacionados con temas de clase.
- ✓ Ejercicios de comprensión de material auténtico y didáctico para el desarrollo de las habilidades de comprensión.
- ✓ Ejercicios de producción de textos orales y escritos de situaciones significativas orientadas al desarrollo de las habilidades productivas del idioma.
- ✓ Ejercicios de consolidación de vocabulario y estructuras gramaticales para el desarrollo de las habilidades comprensivas y productivas del idioma.
- ✓ Utilización de conocimientos previos, experiencias, actitudes y creencias, que ayudan a hacer la nueva información más significativa.
- ✓ Actividades que involucren el uso de la tecnología como medio de enseñanza, comunicación, desarrollo de la creatividad y del aprendizaje autónomo.

- ***Estrategias de Aprendizaje***

De producción:	De Comprensión:
✓ Lectura en voz alta. ✓ Presentaciones orales con base en notas o ayudas visuales. ✓ Participación espontánea. ✓ Ejercicios de repetición y juegos de pronunciación. ✓ Representación de un rol en una conversación ensayada con anterioridad ✓ Composición de párrafos cortos. ✓ Creación de carteles para exponer. ✓ Grabación de su propio registro de voz.	✓ Escuchar material elaborado o real. ✓ Seguir una conversación basada en temas familiares. ✓ Seguir instrucciones. ✓ Ver material audiovisual que permita la reflexión sobre el componente cultural ✓ Lectura de orientación general, lectura orientada a detectar información específica, lectura de información, lectura de instrucciones, lectura de entretenimiento, lectura orientada a la reflexión.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Entender textos sencillos y cortos sobre actividades diarias y responder preguntas básicas acertadamente. • Reconocer información relevante en diálogos cortos y sencillos sobre aspectos familiares si se habla de manera lenta y clara. • Identificar palabras claves y frases en descripciones de personas (por ejemplo, características físicas, ropa) y las reconoce en una imagen. • Responder a preguntas sobre datos específicos contenidos en un texto escrito como anuncios publicitarios, prospectos, menús, horarios, y cartas personales breves y sencillas, entre otros. • Identificar las obligaciones o deberes propios o de otros. • Organizar las actividades o eventos descritos en un texto según la cronología con que se desarrolle (ej. Información biográfica, rutinas, etc.) • Intercambiar información relevante en conversaciones sencilla sobre hobbies e intereses. • Hacer y responder a las sugerencias que le hacen utilizando expresiones fijas sencillas. • Escribir textos descriptivos cortos (4-6 oraciones) sobre temas personales (ej. familia, posesiones), siguiendo un modelo. • Hacer referencias sencillas al pasado usando el verbo ser o estar. • Describir, de manera breve, actividades o eventos que están ocurriendo en el momento de hablar. • Utilizar un lenguaje sencillo y limitado para realizar comparaciones entre objetos, personas o lugares.	A	• Classwork • Quizzes • Examen

• Expresar sus intenciones para el futuro al describir eventos y planes con lenguaje sencillo. • Hablar sobre experiencias en su vida construyendo discursos breves y sencillos. • Desarrollar las actividades propuestas en los espacios virtuales a través de las herramientas tecnológicas disponibles.		

BIBLIOGRAFÍA:

- CUNNINGHAM, S. & MOOR, P. Cutting Edge Elementary Third Edition. Longman. Harlow, UK, 2013.
- Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas [en línea]. [Strasbourg: Consejo de Europa], 2001.http://es.wilkipedia.org/wiki/Marco-com%C3%BAn-europeo-de-referencia-para-las-lenguas [Consulta: 20 febrero 2017].
- Global Scale of English. Teachers' tool kit learning objectives. 2018. Recuperado de: https://www.pearson.com/english/about/gse.html.
- Soars, J. & Soars, L (2003) New Headway Intermediate Third Edition. Oxford. New York, USA.

Other Language Series available at the Resource Center of the Institute.

Listening

- http://esl.about.com/blgrammar.htm
- http://www.npr.org
- www.esl-lab.com
- http://www.learnoutloud.com/Podcast-Directory/History/Speeches/Yale-University-Podcast/22915
- www.youtube.com
- http://home.earthlink.net/~eslstudent/listen/easy.html

Reading

- www.thesaurus.com
- http://www.esl-lounge.com/student/reading/3r1-learn-english-reading.php
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Writing

- owl.english.purdue.edu
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Pronunciation

- http://international.ouc.bc.ca/pronunciation
- http://www.fonetiks.org

Grammar

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.eslgames.com

- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.eslpartyland.com/quiz%20center/quiz.htm
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.manythings.org

Vocabulary

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.learn-english-today.com/idioms/idioms_proverbs.html
- www.bbc.co.uk/education/wordsandpictures

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Universidad Industrial de Santander

SEGUNDO SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Cálculo funciones en varias variables

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

CÁLCULO FUNCIONES EN VARIAS VARIABLES

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Calculo de funciones de una variable
HIP: 4		HTI: 5	
Teóricas: 3	Prácticas: 1		

JUSTIFICACIÓN

Dentro de los problemas que estudian los ingenieros se encuentran el análisis del flujo de fluidos, así como de estructuras sólidas deformables y la estabilidad estructural, los campos electromagnéticos generados por dispositivos, el modelado y análisis de sistemas de control, entre otros, que tienen en común que su comportamiento depende de varias variables o se modelan en múltiples dimensiones. Lo anterior hace importante la comprensión y uso del cálculo en varias variables para la representación matemática del movimiento de objetos, fuerzas y problemas de optimización. A su vez, estas representaciones son importantes para la construcción de modelos en física e ingeniería, permitiendo su interpretación.

El *Cálculo de funciones en varias variables* permite además crear las bases para la profundización en áreas de ingeniería y las relacionadas con la formación en matemáticas, pues en esta actividad académica se pueden mostrar cómo hacer algunas generalizaciones y extensiones de nociones que el estudiante ha utilizado para funciones de una sola variable y además mostrar la utilidad de conceptos estudiados en otros cursos, aportando a la consolidación de conocimiento alrededor del tópico generativo **¿Cómo resolver problemas que se presentan en varias dimensiones o variables?**

La actividad académica de Cálculo de funciones en varias variables aborda las nociones de lugares geométricos en el plano y en el espacio, la representación y aplicaciones de las funciones vectoriales en el modelamiento de fenómenos en el espacio tridimensional, el cálculo de cambios instantáneos de áreas, volúmenes y magnitudes de campos escalares o funciones de varias variables, finalizando con el abordaje de los campos vectoriales que permitirán modelar y analizar el comportamiento de magnitudes vectoriales como la fuerza, el campo eléctrico, el campo magnético, el flujo de calor, etc.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Ofrecer espacios que fomenten en el y la estudiante la capacidad de abstraer conceptos y técnicas estudiadas en el cálculo de una variable a contextos de mayor complejidad con múltiples variables. En la actividad académica se promueve el desarrollo de competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas para contribuir a la formación integral del estudiante.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
Cognitivas y procedimentales • Identifica de manera algebraica y vectorial o paramétrica los lugares geométricos del plano y del espacio.	G1	RA1, RA6, RA9

• Modela mediante una función vectorial magnitudes físicas, químicas y económicas relacionadas con curvas o trayectorias. • Resuelve problemas de ingeniería mediante la aplicación de derivadas e integral de funciones de varias variables. • Resuelve problemas de ingeniería mediante la aplicación del teorema del rotacional y la divergencia de campos vectoriales.		
Actitudinales • Busca, identifica y utiliza conocimientos de manera autónoma en el desarrollo de sus tareas, reconociendo las fuentes utilizadas. • Desarrolla las actividades académicas de manera honesta y responsable. • Comunica las ideas y soluciones a problemas, de manera oral y escrita utilizando el lenguaje especializado de ingeniería. • Aporta constructivamente a la solución de problemas mediante el trabajo colaborativo.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. PRELIMINARES DEL CÁLCULO VECTORIAL (2 SEMANAS) ¿Cómo representar curvas, regiones planas y regiones sólidas?

1.1. Introducción a las nociones del curso.

1.2. Lugares geométricos del plano: sistema de coordenadas en el plano, curvas, regiones planas.

1.3. Lugares geométricos del espacio: sistema de coordenadas en el espacio, superficies, curvas y regiones sólidas.

2. FUNCIONES VECTORIALES. (2 SEMANAS) — ¿Cómo representar trayectorias de un punto material y cuáles son sus aplicaciones en ciencias e ingeniería?

2.1. Funciones vectoriales.

2.2. Cálculo de funciones vectoriales.

2.3. Longitud de arco.

2.4. Aplicaciones de funciones vectoriales.

3. CAMPOS ESCALARES O FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES. (8 SEMANAS) — ¿Cómo calcular cambios instantáneos de áreas, volúmenes y magnitudes de cantidades escalares?

3.1. Campos escalares.

3.2. Límite y continuidad de campos vectoriales.

3.3. Derivada de campos escalares.

3.4. Derivabilidad y diferenciabilidad.

3.5. Regla de la cadena, derivada implícita, derivadas direccionales.

3.6. Vector gradiente, teorema de Taylor y aproximaciones no lineales.

3.7. Optimización.

3.8. Integral de campos escalares.

3.9. El problema del cálculo del flujo volumétrico, integrales triples.

3.10. Aplicaciones de las integrales múltiples.

4. CAMPOS VECTORIALES (4 SEMANAS) - ¿Cómo se aplican los conceptos y técnicas del cálculo vectorial en el estudio y análisis de campos vectoriales en las ciencias y las ingenierías?

4.1. Campos vectoriales.

4.2. Integral de línea de un campo escalar.

4.3. Integral de línea de un campo vectorial.

4.4. Teoremas fundamentales del cálculo vectorial en el plano: Teorema del rotacional de Green, teorema de la divergencia de Green.

4.5. Teoremas fundamentales del cálculo vectorial en el espacio: Teorema de Stokes y teorema de Gauss. Campos vectoriales irrotacionales.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica de Cálculo de Funciones en Varias Variables se emplean diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje como:

- **Estudio en casa,** que implica la indagación previa sobre los conceptos abordados en el desarrollo de la actividad académica, la redacción de reportes escritos y la solución de ejercicios.
- **Clase magistral con énfasis en resolución de ejercicios y problemas** contextualizados en ingeniería con apoyo de herramientas computacionales (GeoGebra, Calculadora de matrices, MATLAB, Excel, Python, SageMath, WolframAlpha, etc.)
- **Aprendizaje en grupos colaborativos,** que involucran el desarrollo de talleres y ejercicios de simulación que involucran el uso de herramientas de programación como MATLAB o Python.

Estas estrategias implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como horas de trabajo independiente por parte del y la estudiante, que involucran:

Acompañamiento por parte del profesor:

- Clase magistral con resolución de ejercicios y modelación de problemas.
- Desarrollo talleres en grupo.
- Proponer problemas que cumplan con los siguientes objetivos:
    - Fomentar la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de cálculo de funciones en una sola variable en situaciones cotidianas.
    - Reforzar la comprensión de conceptos que serán utilizados en actividades académicas posteriores.
    - Propiciar que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios del cálculo de funciones en una sola variable.

Trabajo independiente del estudiante:

- Lectura y comprensión previa de la temática a abordar durante el desarrollo de la clase.
- Uso de herramientas computacionales y software de simulación que le permitan al y la estudiante fortalecer la comprensión de conceptos, la resolución de problemas, la elaboración de gráficas y la interpretación de resultados.
- Resolución de problemas y talleres de ejercitación de forma individual y grupal.
- Preparación de evaluaciones.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Resolver problemas de aplicación. • Definir con claridad el dominio, recorrido y la gráfica de una función vectorial. • Resolver problemas de ingeniería que se vinculan con magnitudes en el espacio. • Derivar funciones en varias variables. • Integrar funciones en varias variables. • Resolver problemas de ingeniería que aplican la noción de campos vectoriales. • Identificar información de calidad • Entregar las actividades de acuerdo con lo solicitado. • Se expresa de manera asertiva y clara. • Desarrollar de manera eficiente el trabajo en colaboración.	30%	Talleres, Simulaciones y Resolución de Problemas desarrollados en el Aula o de Trabajo Independiente.
	35%	Pruebas cognitivas formuladas por el profesor.
	15%	Examen intermedio formulado por la Escuela de Matemáticas.
	20%	Examen Final formulado por la Escuela de Matemáticas.

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Larson, H. (2006). Cálculo con Geometría Analítica. México: McGraw Hill.
- Leithold, L. (1987). El Cálculo con Geometría Analítica (5ª ed.). México: Editorial Harla.
- Purcell, E., & Varberg, D. (2007). Cálculo con Geometría Analítica (9ª ed.). México: Prentice-Hall.
- Spivak, M. (19992). Cálculo Infinitesimal. Bogotá: Editorial Reverté.
- Stein, S., & Barcellos, A. (1994). Cálculo y Geometría Analítica (Vol. 1). Bogotá: McGraw-Hill.
- Stewart, J. (2018). Cálculo de una variable. México: Cengage Learning.
- Thomas, F. (2005-2006). Cálculo (Vol. 1). México: Pearson educación.

Mecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

MECÁNICA

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS:
HIP: 4		HTI: 5	Ninguno
Teóricas: 4	Prácticas: 0		

JUSTIFICACIÓN

La mecánica estudia el movimiento y las fuerzas que actúan sobre los objetos, por lo que aporta a la comprensión del comportamiento de estructuras, el funcionamiento de máquinas y mecanismo, la caracterización de las propiedades de materiales sometidos a fuerzas y cargas, entre otras aplicaciones del ámbito de las ingenierías.

La actividad académica de *Mecánica* aporta significativamente al logro de los propósitos de formación de los programas de ingenierías, ya que proporciona al y la estudiante los conocimientos necesarios para comprender los principios fundamentales de la física y aplicarlos al análisis de situaciones reales de ingeniería, promoviendo la comprensión alrededor del tópico generativo **¿Cómo y por qué se mueven las cosas?** Además, contribuye al desarrollo de competencias fundamentales para el y la estudiante, como la capacidad de integrar los contenidos para el análisis y resolución de problemas y la habilidad para modelar situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios de la mecánica.

En cuanto a los contenidos generales que aborda la actividad académica, se enfoca en el estudio y análisis del movimiento y reposo de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas. Se abordan temas relacionados con las propiedades de una partícula y un cuerpo rígido en relación con las fuerzas que actúan sobre ellos, la identificación de si un cuerpo rígido o una partícula se encuentra en reposo o en movimiento, y el desarrollo de un modelo matemático en forma de ecuaciones vectoriales para representar una partícula en reposo en dos o tres dimensiones.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Presentar a los y las estudiantes los principios básicos sobre los cuales se fundamenta la mecánica newtoniana, necesarios para la comprensión de los fenómenos que tendrá que confrontar en el desarrollo de su programa de ingeniería.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
• Explica y diferencia las propiedades de la partícula y el cuerpo rígido con base en el concepto de fuerza. • Establece el diagrama de cuerpo libre a partir del modelo de una situación dada siguiendo una convención estándar. • Analiza y determina si el cuerpo rígido o partícula se encuentra en reposo o movimiento.	G1	RA1, RA6, RA9

• Modela matemáticamente la partícula en condiciones de reposo en dos y tres dimensiones, utilizando un enfoque vectorial. • Modela matemáticamente la partícula en condiciones de movimiento en dos y tres dimensiones, utilizando un enfoque vectorial. • Comprende los conceptos de energía y trabajo y sus relaciones para el aprovechamiento en diferentes aplicaciones de ingeniería. • Identifica los diferentes tipos de energía que se presentan en una situación particular dada. • Modela matemáticamente el cuerpo rígido en condiciones de movimiento en dos dimensiones, utilizando un enfoque vectorial.		
• Busca, identifica y utiliza conocimientos de manera autónoma en el desarrollo de sus tareas, reconociendo las fuentes utilizadas. • Desarrolla las actividades académicas de manera honesta y responsable • Comunica las ideas y soluciones a problemas, de manera oral y escrita utilizando el lenguaje especializado.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. ESTÁTICA DE LA PARTÍCULA (4 SEMANAS) ¿Por qué no se mueve un objeto?

1.1. La mecánica y su relación con las ingenierías.

1.2. Concepto de fuerza. Descomposición de una fuerza. Clases de fuerzas: Peso, normal, tensión, fricción, fuerza elástica. Ley de paralelogramo y Transmisibilidad.

1.3. Concepto de partícula libre.

1.4. Concepto de cuerpo rígido. Diferencia entre partícula y cuerpo rígido. Momento de fuerza.

1.5. Leyes de Newton. Equilibrio estático. Equilibrio traslacional. Conceptualización de diagramas de cuerpo libre. Reposo.

2. CINEMÁTICA DE LA PARTÍCULA (4 SEMANAS). ¿Cómo se mueven los objetos?

2.1. Vector posición. Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. Concepto de derivada, Derivada de un vector.

2.2. Ecuaciones cinemáticas para el movimiento en tres dimensiones con aceleración constante.

2.3. Movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado. Análisis gráfico. Caso especial: Caída libre.

2.4. Movimiento curvilíneo en dos y tres dimensiones con aceleración constante. Caso especial: Tiro parabólico.

2.5. Aceleración tangencial y aceleración angular en el movimiento curvilíneo de una partícula.

2.6. Movimiento circular uniforme y uniformemente acelerado.

2.7. Movimiento relativo: Transformaciones galileanas para la posición, la velocidad y aceleración. Velocidades relativas. Sistemas inerciales y no inerciales.

3. CINÉTICA DE LA PARTÍCULA. TRABAJO Y ENERGÍA (4 SEMANAS) ¿Por qué se mueven los objetos?

3.1. Definición de trabajo y potencia.

3.2. Teorema del trabajo y la energía. Energía cinética.
3.3. Leyes de conservación del momento lineal. Colisiones en una y dos dimensiones.
3.4. Energía potencial gravitatoria y elástica. Fuerzas conservativas y conservación de la energía en contextos de ingeniería.
3.5. Fuerzas no conservativas en contextos de ingeniería.

4. DINÁMICA DEL CUERPO RÍGIDO (4 SEMANAS) ¿Cómo se mueven los objetos?
4.1. Repaso de la definición de cuerpo rígido en contextos de ingeniería.
4.2. Traslación
4.3. Movimiento de rotación sobre un eje fijo.
4.4. Ecuaciones que definen la rotación de un cuerpo rígido sobre un eje fijo.
4.5. Movimiento plano general y movimiento general del cuerpo rígido.
4.6. Velocidad absoluta y relativa del movimiento en un plano.
4.7. Centro instantáneo de rotación en el movimiento en un plano.
4.8. Aceleración absoluta y relativa en el movimiento en un plano.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica de Mecánica se emplean diferentes estrategias de enseñanza entre las cuales se destacan:

• Demostraciones ilustrativas. Son montajes experimentales simples en el aula, que utilizan objetos cotidianos y permiten la observación directa de los fenómenos físicos y la exploración desde el punto de vista conceptual de los presaberes de los estudiantes.
• Clase Magistral. Exposición de los aspectos teóricos necesarios para el logro de los propósitos y el desarrollo de las competencias. Se realiza a partir de las lecturas previas de los estudiantes y mediante el diálogo permanente para orientar la indagación y resolver las inquietudes que se presentan. Hace uso de videos, fotografías y otros recursos gráficos que faciliten la presentación del concepto en contextos particulares de ingeniería.
• Simulaciones virtuales de fenómenos físicos. Permite afianzar la comprensión de los conceptos en un escenario simulado que le permite replicar un fenómeno con diferentes condiciones y observar el comportamiento, de forma interactiva.

• Resolución de problemas de ingeniería. Relaciona los conceptos estudiados con situaciones particulares de ingeniería en los cuales se requiere identificar el problema, realizar el modelo físico, tomar medidas lógicas para encontrar una solución y evaluar la solución en el contexto del problema.

Estas estrategias implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como horas de trabajo independiente por parte del estudiante en el desarrollo de actividades como las que se detallan a continuación.

Acompañamiento por parte del profesor:

• Desarrollo conceptual a través de clase magistral, indagación con preguntas, resolución de problemas y montajes experimentales simples en el aula que permitan realizar demostraciones ilustrativas (físicas) de los fenómenos físicos.
• Uso de simuladores virtuales de fenómenos físicos.
• Explicación de ejemplos.
• Resolución de problemas que cumplan con los siguientes objetivos:

✓ Fomentar la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de Mecánica en situaciones cotidianas.

✓ Reforzar la comprensión de conceptos que serán utilizados en materias posteriores.

✓ Propiciar que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios de la Mecánica.

Trabajo independiente del estudiante:

• Lectura y comprensión previa de las temáticas a abordar durante el desarrollo de la clase.
• Solución de talleres basados en ejercicios.
• Indagaciones de ejemplos relacionados con su área de formación.
• Montajes experimentales simples en casa que permitan realizar demostraciones ilustrativas (físicas) de los fenómenos.
• Preparación de evaluaciones.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Describir las propiedades de una partícula y un cuerpo rígido en relación con las fuerzas que actúan sobre ellos. • Elaborar un diagrama de cuerpo libre correctamente etiquetado y basado en una situación dada, siguiendo la convención estándar.	60%	Evaluaciones conceptuales y de resolución de problemas, periódicas formuladas por el profesor.
• Identificar si un cuerpo rígido o una partícula se encuentra en reposo o en movimiento, utilizando criterios de análisis adecuados.	20%	Talleres, quices y resolución de problemas.

• Desarrollar un modelo matemático en forma de ecuaciones vectoriales para representar una partícula en reposo en dos o tres dimensiones. • Construir un modelo matemático utilizando ecuaciones vectoriales para describir el movimiento de una partícula en dos o tres dimensiones. • Explicar los conceptos de energía y trabajo, así como las relaciones entre ellos, y su aplicabilidad en diferentes contextos de ingeniería. • Reconocer y enumerar los diferentes tipos de energía presentes en una situación específica, identificando sus características y formas de manifestación. • Formular un modelo matemático basado en ecuaciones vectoriales para representar el movimiento de un cuerpo rígido en dos dimensiones. • Identificar información de calidad. • Citar fuentes utilizadas. • Entregar las actividades de acuerdo con lo solicitado. • Se expresa de manera asertiva y clara	20%	Evaluación conceptual al final del período que recoge los elementos conceptuales de toda la actividad académica a cargo de la Escuela y que se formula desde un banco de preguntas.
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Alonso, M., & Finn, J. (2000). Física. Pearson Educación. • Bauer, W. (2014). Física para ingeniería y ciencias (Vol. 1). Editorial McGraw Hill. • Eisberg, R. (1983). Física: Fundamentos y aplicaciones (Vol. 1). McGraw-Hill. • Freedman, R., & Young, H. (1988). Física Universitaria (Vol. 2). Pearson Educación. • Giancoli, D. (2006). Física 1 principios con aplicaciones. Editorial Prentice Hall. • Rensic, K., & Halliday, K. (2004). Física. Editorial CECSA. • Serway, R., & Jewett, J. (2014). Física para ciencias e ingenierías (Vol. 1). México: Cengage Learning Editores.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Biología celular y molecular

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Bioquímica
HIP: 3		HTI: 6	
Teóricas: 2	Prácticas: 1		

JUSTIFICACIÓN

El cuerpo humano es una máquina que funciona como resultado de la interrelación de sistemas. Cada sistema está conformado de órganos, estos a su vez constituidos por uno o varios tejidos, y cada tejido es un conjunto de células con funciones especializadas. El aprendizaje de los componentes celulares y cómo estos se interrelacionan es fundamental para entender los múltiples procesos que gobiernan el funcionamiento del cuerpo humano, así como para realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos, este conocimiento es fundamental para el desarrollo de las competencias del ingeniero biomédico.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Se busca favorecer y contribuir a la formación integral del estudiante de ingeniería biomédica mediante el fortalecimiento y apropiación de nuevo conocimiento en los fundamentos de la biología celular y molecular, el cual le sirve al estudiante para ejecutar, modificar y proponer modelos de experimentación en el área de ingeniería biomédica. Los conceptos actuales de cada temática tratada pretenden ampliar su capacidad de análisis, trabajo en equipo, mejorar la comunicación verbal y escrita, lo que le permitirá establecer desde diferentes enfoques lo que sucede dentro del organismo humano en salud y enfermedad.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC27. Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.	E2	RA1, RA6, RA9
mC55. Gestiona la tecnología de apoyo para el funcionamiento de los sistemas de salud con el propósito de adquirir, adaptar, asimilar o transferir las que resulten útiles a pacientes y personal de la salud en los procesos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento de la salud garantizando su disponibilidad y seguridad.	E4	RA1,RA2, RA8, RA9
mC89. Conoce los principios básicos de la estructura, función y procesos de la célula y los sistemas biológicos y las técnicas básicas para su estudio.	E7	RA1,RA2, RA8, RA9
mC105. Conoce el funcionamiento de un organismo desde el nivel celular, tisular y sistémico y su relación con diferentes patologías.		

mC107. Conoce los fundamentos de la biología celular y tisular, principalmente los relacionados con la tipología, estructura, función y procesos de regeneración y restauración mC114. Comprende el funcionamiento de las bases moleculares de la genética	E8	RA1, RA2, RA8
mC121. Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	C1	RA4
mC130. Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	G3	RA2, RA6, RA8
mC140. Identifica los diferentes roles en un equipo de trabajo a partir de la dinámica presente en una situación dada.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a la célula (biomoléculas).
- Orgánulos celulares (membrana, núcleo, mitocondria, sistema de endomembranas, citoesqueleto).
- Ciclo celular, mitosis, meiosis, bases de la diferenciación, muerte celular.
- Bases de la biología molecular (replicación, transcripción, traducción, expresión génica).
- Comunicación celular y bases de histología.
- Normas de seguridad aplicado a manejo de células.
- Método científico aplicado a sistemas biológicos.
- Estudio de problemas de biología celular y molecular empleando técnicas básicas de biología celular-microscopio, extracción de ADN (biología molecular) y cultivo celular).

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Estudio de caso
- Juego de roles
- Entrenamiento programado
- Gamificación
- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Aplica el método científico en sistemas biológicos • Resuelve problemas de biología celular y molecular usando el conocimiento de los procesos celulares.	A	Informe escrito
• Aplica las normas de bioseguridad para el manejo de productos celulares. • Reconoce situaciones donde puede verse comprometido el ejercicio de la profesión de manera ética.	B	Informe escrito

• Conoce y diferencia las diferentes organelas celulares, función y procesos integrados en que participa para integrar sistemas biológicos y responder problemas celulares que favorecen el desarrollo de patologías. • Conoce los conceptos básicos de biología celular y molecular, su importancia y funcionalidad en el cuerpo humano.	A	Evaluación diagnóstica Informe escrito
• Conoce los fundamentos de la división, diferenciación y muerte celular	A	Evaluación oral
• Conoce los mecanismos moleculares y génicos implicados en el funcionamiento de células.	A	Evaluación escrita
• Comprende los conceptos de comunicación celular e histología básica en el funcionamiento de tejidos y órganos.	A	Evaluación oral
• Reconoce las características de un problema complejo de la biología celular. • Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas biológicos empleando técnicas de biología celular. • Reconoce la importancia del trabajo en equipo, para el logro de mejores resultados personales.	B	Evaluación escrita
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Cooper & Hausman (2018). La célula. 7ª Ed. Marbán, Madrid. https://www.jove.com/es. • Lodish H et al. (2016). Biología celular y molecular. 7ª. Ed. Panamericana. https://www.jove.com/es/.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Modelado asistido por computador CAD

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
MODELADO ASISTIDO POR COMPUTADOR CAD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 5</td><td rowspan="2">HTI: 4</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 3</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
El diseño asistido por computador - CAD por sus siglas en inglés (Computer Aided Design) es una herramienta que utiliza computadores para la creación, modificación y análisis en el diseño de elementos. El Ingeniero Biomédico requiere una comprensión espacial para manipular, interpretar, verificar o representar gráficamente información propia de su ejercicio profesional, esta comprensión lo apoyará en expresar gráficamente sus propuestas en los procesos de diseño de soluciones a problemas de la ingeniería biomédica en los que participe.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Ofrecer al estudiante un espacio donde pueda desarrollar la inteligencia espacial a través de la comprensión de los fundamentos geométricos y los símbolos normalizados, de manera que pueda expresarse gráficamente por métodos y sistemas de representación gráfica manuales o asistidos por computador.

La actividad académica también desarrollará en el estudiante las competencias que le permitirán expresarse y comprender las expresiones gráficas de su equipo de trabajo fomentando el trabajo en equipo, la comunicación y la utilización de normativa propia del diseño en ingeniería biomédica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC15 Utiliza equipos, instrumentos, software y herramientas de comunicación gráfica propios de su ejercicio profesional para especificar y detallar el producto tecnológico que da solución al problema de ingeniería biomédica</td><td rowspan="2">E1</td><td colspan="2" rowspan="2">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td>mC10 Comprende los principios técnicos y funcionales de los sistemas, métodos y procedimientos que se utilizan en procesos prevención, diagnóstico, terapia y rehabilitación.</td></tr>
<tr><td>mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial</td><td>G2</td><td colspan="2">RA1, RA3, RA5</td></tr>
<tr><td>mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.</td><td>G4</td><td colspan="2">RA5</td></tr>
</table>

CONTENIDOS

- Instrumentos de dibujo
- Construcciones geométricas
- Generalidades de los sistemas de representación.
- Representación gráfica normalizada de piezas.
- Vistas especiales y auxiliares.
- Intersecciones y visibilidad
- Introducción a los sistemas de diseño asistido por computador.
- Proyecciones
- Cortes y secciones
- Acotación
- Desarrollos
- Ensambles
- Animación

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje basado en proyectos
- Lectura de textos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Dibuja y aplica construcciones geométricas haciendo uso de instrumentos de dibujo de forma grupal	B	Formativa Diagnóstica y sumativa Desarrollo de proyectos en grupos con presentación
Identifica los diferentes sistemas de representación normalizada	B	
Representa piezas en vistas convencionales y especiales, identificando en ellas zonas u elementos especiales dentro del sistema de forma análoga	A	
Halla el área de intersección de un plano con respecto a un sólido de forma análoga.	B	
Identifica las principales herramientas del Sistema CAD para representar una pieza	A	
Utiliza instrumentos de dibujo análogos y digitales para la construcción de proyecciones múltiples en ISO y ANSI	A	
Identifica y construye cortes y secciones de piezas digitalmente	A	
Construye acotaciones de piezas de forma digital	A	
Determina el área superficial de una pieza.	A	
Arma un sistema a partir del correcto ensamble de piezas.	A	
Interpreta la lógica del armado de sistemas a partir de un plano	B	
Presenta la interacción de las piezas ensambladas de forma digital	B	

Presenta sus ideas de diseño logrando la comprensión de su funcionalidad	B	
Trabaja colaborativamente para el logro de los objetivos	B	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• GIESECKE, Federic E. Dibujo Técnico. Limusa, 2001 • Dibujo para diseño de ingeniería. Dennis Lieu. Cengage. 2018. • Dibujo técnico con gráficas de ingeniería, Frederick Giesecke, Pearson Education, 2018. • Gómez González S. El gran libro de solidworks.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Programación

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
PROGRAMACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
En la actualidad las tecnologías de la información y las comunicaciones han permitido el desarrollo de una variedad de aplicaciones y software para casi cualquier actividad. Para el desarrollo de estas herramientas informáticas es necesario describir los algoritmos que permiten realizar tareas específicas utilizando una serie de instrucciones escritas con una sintaxis determinada, a lo cual se le denomina lenguaje de programación. Existe una amplia variedad de lenguajes de programación con diferentes niveles de abstracción, dependiendo de cuánto se aproximan al lenguaje de máquina o al lenguaje humano. Dado que en la actualidad los sistemas informáticos están en todos los niveles de los servicios de salud, el ingeniero biomédico debe conocer los conceptos básicos de programación y tener la capacidad de implementarlos para resolver problemas biomédicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Brindar a los estudiantes del programa de Ingeniería Biomédica conocimientos básicos en la estructura y sintaxis de un lenguaje de programación y desarrollar las competencias para utilizar este conocimiento en la elaboración de algoritmos que desarrollen tareas específicas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC92 Aplica las abstracciones principales del paradigma de programación estructurada y programación orientada a objetos para resolver problemas usando lógica computacional</td><td>E7</td><td>RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC42 Comprende los procesos de I+D+i para la búsqueda de soluciones novedosas a problemas y retos en la ingeniería biomédica</td><td>E3</td><td>RA1, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.</td><td rowspan="2">G2</td><td rowspan="2">RA1, RA3, RA5</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.</td><td>G3</td><td>RA2, RA6, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.</td><td>G4</td><td>RA5</td></tr>
</table>

CONTENIDOS

- Tablas de verdad
- Diagramas de flujo
- Principios de programación estructurada
- Condicionales y ciclos
- Principios de programación orientada objetos: clases, propiedades, métodos y objetos.
- Herencia

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Identifica y aplica las leyes y operaciones de la lógica matemática en el diseño de algoritmos, usando la notación de diagramas de flujo, para mostrar gráficamente la solución a problemas específicos	A	• Evaluación escrita • Taller
• Ejecuta rutinas computacionales correctas que implementan algoritmos diseñados para la solución de un problema específico, usando correctamente la sintaxis de un lenguaje de programación procedural	A	• Evaluación escrita • Taller
• Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo	B	• Taller

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press).
- Método de las 6'D modelamiento - algoritmo - programación. Enfoque orientado a las estructuras lógicas. Tomo I / Juan Jose Flores Cueto, Carmen Rosa Bertolotti Zuñiga. 2014.
- Fundamentos De Programación En C++. Ricardo Walter Marcelo Villalobos. Marcombo Ediciones Técnicas. 2017.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Lengua Extranjera II: Inglés

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
LENGUA EXTRANJERA II: INGLÉS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Lengua Extranjera I: inglés</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 2</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 4</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

En concordancia con la misión de la Universidad Industrial de Santander y el Modelo Pedagógico Institucional, se consolida la intención de internacionalizar la propuesta curricular, lo que implica necesariamente el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales que habiliten a los miembros de la comunidad para relacionarse e interactuar con sus pares a nivel mundial. Así, se define el plurilingüismo y la multiculturalidad como una oportunidad formativa que contribuye a la consolidación de la visión institucional, desde el componente de formación integral de una comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, a la colaboración académica internacional y a la ubicación de nuestra identidad nacional en el contexto social y cultural de la aldea global.

En consecuencia, la Universidad Industrial de Santander define que, para obtener el grado, los estudiantes de programas de nivel profesional tendrán que alcanzar un nivel superior a B1 en inglés según el Marco Común Europeo de Referencia. Para lograrlo, podrán matricular tres (3) cursos de dos (2) créditos académicos cada uno, ofrecidos por la Universidad, hasta que haya cumplido con el 60% de los créditos académicos definidos en su plan de estudio o validar el nivel de lengua, mediante prueba estandarizada. Una vez el estudiante demuestra que alcanzó el nivel B1, tendrá la oportunidad de realizar un curso que eleve su nivel de competencia a B1+, equivalente a dos (2) créditos académicos, que harán parte del 40% de créditos académicos restantes en su plan de estudio. Al final, el estudiante presentará la prueba de certificación de competencia de nivel B1+, cuyo resultado constituye evidencia de cumplimiento del requisito de egreso.

La actividad académica de **Lengua Extrajera II: inglés** está estructurada según el Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas y permitirá al estudiante disponer de suficientes elementos lingüísticos para expresarse con algunas dudas y circunloquios sobre temas como la familia, aficiones e intereses, trabajo, viajes y hechos de actualidad, así como para describir de manera sencilla situaciones de su pasado, presente o futuro, algunas de carácter impredecibles. Además, podrá explicar los puntos principales de una idea o un problema con razonable precisión y expresar pensamientos sobre temas abstractos o culturales, tales como la música y las películas.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

A través de esta actividad académica se ofrecerá a los estudiantes la oportunidad de expresarse sobre asuntos cotidianos, habituales o no, propios de su especialidad usando estrategias orales y escritas que propicien la interacción y la producción individual en los que hará uso del lenguaje con razonable fluidez. En estos espacios, habrá la oportunidad de trabajar de manera autónoma o colaborativa con la ayuda de las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3
mC147 Interactúa en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina, utilizando el idioma inglés.		
mC148 Produce textos coherentes en inglés sobre temas que son de interés personal y general.		

CONTENIDOS

Comunicativos (pragmáticos)	Comunicativos (lingüísticos-gramaticales)
✓ Describir un lugar, objetos y personas. ✓ Pedir y dar direcciones. ✓ Describir sueños, esperanzas y ambiciones. ✓ Hablar sobre el pasado. ✓ Describir intenciones futuras. ✓ Hacer referencias a experiencias de la vida. ✓ Describir acciones en proceso. ✓ Expresar sentimientos y actitudes. ✓ Hacer y responder a invitaciones. ✓ Describir hechos reales o imaginarios. ✓ Hacer preguntas sencillas para averiguar sobre un tema. ✓ Dar y responder a consejos y sugerencias. ✓ Expresar opiniones, acuerdo y desacuerdo sobre temas familiares.	May, might, first conditional Present simple Past simple should, shouldn't, have to, don't have to, can, can't. Present continuous" Present perfect and past simple going to, 'd like to, want to, will Present perfect and past simple Used to Past continuous"
Comunicativos (lingüísticos-lexicales)	**Socioculturales**
Time phrases Descriptive adjectives: places, people, situations Jobs Daily routines Suitable expressions for appropriate situations Comparative and superlatives adjectives	Travelling Celebrations Special days Fashion Holidays Amazing achievements / Success The world in the future.

Clothes Parts of the body Verbs phrases about ambitions City life Directions Feeling ill	Health

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología abarca el enfoque comunicativo de amplio espectro apoyado con el aprendizaje por tareas y basado en proyectos; armoniza con la mediación tecnológica y fortalece los principios de autonomía y de trabajo cooperativo.

- ***Estrategias de Enseñanza***

- ✓ Actividades de interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor en contextos significativos, orientadas al desarrollo de la habilidad oral comprensiva y productiva.
- ✓ Práctica guiada mediante la realización de actividades previstas en el libro texto o adaptadas de otros textos.
- ✓ Implementación de recursos digitales relacionados con temas de clase.
- ✓ Ejercicios de comprensión de material auténtico y didáctico para el desarrollo de las habilidades de comprensión.
- ✓ Ejercicios de producción de textos orales y escritos de situaciones significativas orientadas al desarrollo de las habilidades productivas del idioma y a la reflexión sobre las creencias y percepciones culturales.
- ✓ Ejercicios de consolidación de vocabulario y estructuras gramaticales para el desarrollo de las habilidades comprensivas y productivas del idioma.
- ✓ Utilización de conocimientos previos, experiencias, actitudes y creencias, que ayudan a hacer la nueva información más significativa.
- ✓ Realimentación del proceso.
- ✓ Actividades que involucren el uso de la tecnología como medio de enseñanza, comunicación, desarrollo de la creatividad y del aprendizaje autónomo.

- ***Estrategias de Aprendizaje***

De producción: ✓ Dirigirse a un público (discursos en reuniones públicas, conferencias universitarias, sermones, espectáculos, comentarios deportivos, presentaciones de ventas, etc.). ✓ Leer en voz alta un texto escrito. ✓ Hablar apoyándose en notas, en un texto escrito o en elementos visuales (esquemas, imágenes, gráficos, etc.). ✓ Representar un papel ensayado. ✓ Hablar espontáneamente. ✓ Grabación de su propio registro de voz. ✓ Completar formularios. ✓ Producir carteles para exponer. ✓ Tomar notas para usarlas como referencias futuras. ✓ Tomar mensajes al dictado, etc. ✓ Escribir de forma creativa e imaginativa; ✓ Escribir cartas personales.	De Comprensión: ✓ Escuchar declaraciones públicas (información, instrucciones, avisos, etc.); ✓ Escuchar medios de comunicación (radio, televisión, grabaciones, cine); ✓ Escuchar conversaciones por casualidad, etc. ✓ Lectura de orientación general, lectura orientada a detectar información específica, lectura de información, lectura de instrucciones, lectura de entretenimiento.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Entender textos sencillos y cortos sobre actividades diarias y responder preguntas básicas • acertadamente. • Reconocer información relevante en diálogos cortos y sencillos sobre aspectos familiares si • se habla de manera lenta y clara. • Identificar palabras claves y frases en descripciones de personas (por ejemplo, • características físicas, ropa) y las reconoce en una imagen. • Responder a preguntas sobre datos específicos contenidos en un texto escrito como • anuncios publicitarios, prospectos, menús, horarios, y cartas personales breves y sencillas, • entre otros. • Identificar las obligaciones o deberes propios o de otros. Organizar las actividades o eventos descritos en un texto según la cronología con que se • desarrolle (ej. Información biográfica, rutinas, etc.) • Intercambiar información relevante en conversaciones sencilla sobre hobbies e intereses. • Hacer y responder a las sugerencias que le hacen utilizando expresiones fijas sencillas. • Escribir textos descriptivos cortos (4-6 oraciones) sobre temas personales (ej. familia,	A	• Classwork • Quizzes • Examen

• posesiones), siguiendo un modelo. • Hacer referencias sencillas al pasado usando el verbo ser o estar. • Describir, de manera breve, actividades o eventos que están ocurriendo en el momento de • hablar. • Utilizar un lenguaje sencillo y limitado para realizar comparaciones entre objetos, personas o • lugares. • Expresar sus intenciones para el futuro al describir eventos y planes con lenguaje sencillo. • Hablar sobre experiencias en su vida construyendo discursos breves y sencillos. • Desarrollar las actividades propuestas en los espacios virtuales a través de las herramientas tecnológicas disponibles.		

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- CUNNINGHAM, S. & MOOR, P. Cutting Edge Elementary Third Edition. Longman. Harlow, UK, 2013.
- Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas [en línea]. [Strasbourg: Consejo de Europa], 2001.http://es.wilkipedia.org/wiki/Marco-com%C3%BAn-europeo-de-referencia-para-las-lenguas [Consulta: 20 febrero 2017].
- Global Scale of English. Teachers' tool kit learning objectives. 2018. Recuperado de: https://www.pearson.com/english/about/gse.html.
- Soars, J. & Soars, L (2003) New Headway Intermediate Third Edition. Oxford. New York, USA.

Other Language Series available at the Resource Center of the Institute.

Listening

- http://esl.about.com/blgrammar.htm
- http://www.npr.org
- www.esl-lab.com
- http://www.learnoutloud.com/Podcast-Directory/History/Speeches/Yale-University-Podcast/22915
- www.youtube.com
- http://home.earthlink.net/~eslstudent/listen/easy.html

Reading

- www.thesaurus.com
- http://www.esl-lounge.com/student/reading/3r1-learn-english-reading.php
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Writing

- owl.english.purdue.edu
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Pronunciation

- http://international.ouc.bc.ca/pronunciation
- http://www.fonetiks.org

Grammar

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.eslgames.com
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.eslpartyland.com/quiz%20center/quiz.htm
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.manythings.org

Vocabulary

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.learn-english-today.com/idioms/idioms_proverbs.html
- www.bbc.co.uk/education/wordsandpictures

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Universidad Industrial de Santander

TERCER SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Ecuaciones diferenciales

<table>
<tr><td colspan="3">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre de la actividad académica:
ECUACIONES DIFERENCIALES</td></tr>
<tr><td colspan="2">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Cálculo de funciones en varias variables</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el desarrollo de varios campos de las ciencias y la ingeniería están fuertemente unidos con la elaboración y análisis de modelos matemáticos que describen procesos y fenómenos. Uno de los modelos más usados en el campo de la ingeniería son las ecuaciones diferenciales (ED). Por medio de las ED se puede formular el mundo físico (la realidad) en términos matemáticos y así usar la riqueza (métodos, algoritmos, etc.) del mundo matemático para hallar las soluciones de las ecuaciones que rigen el fenómeno, aportando al tópico generativo ¿Cómo resolver problemas usando ecuaciones diferenciales?

Las ecuaciones diferenciales describen diversos problemas físicos y geométricos, donde las funciones que intervienen dependen de una sola variable independiente o varias variables independientes. Para el presente curso se considera una sola variable independiente; esta variable puede ser el tiempo o bien una coordenada en el espacio, o cierta magnitud de interés para el o la profesional dedicada a la investigación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Estudiar los modelos matemáticos que se expresan a través de ecuaciones diferenciales, así como algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales y analizar algunas aplicaciones en ingeniería, además se enfoca en el desarrollo integral del estudiante mediante la implementación de estrategias colaborativas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>Cognitivas y procedimentales
• Modela matemáticamente fenómenos, sistemas, procesos productivos y de servicio mediante ecuaciones diferenciales.
• Analiza la solución de una ecuación diferencial en el marco del fenómeno modelado y realiza inferencias sobre el comportamiento del mismo.
• Modela y resuelve matemáticamente fenómenos, sistemas, procesos productivos y de servicio mediante ecuaciones diferenciales de orden superior, las cuales resuelve.</td><td>G1</td><td>RA1, RA6, RA9</td></tr>
</table>

• Analiza la solución de una ecuación diferencial de orden superior en el marco del fenómeno modelado y realiza inferencias sobre el comportamiento del mismo. • Modela matemáticamente fenómenos, sistemas, procesos productivos y de servicio que involucran fuentes no continuas y los resuelve mediante la transformada de Laplace. • Analiza la solución de una ecuación diferencial o de un sistema de ecuaciones diferenciales en el marco del fenómeno modelado y realiza inferencias sobre el comportamiento del mismo.		
Actitudinales • Busca, identifica y utiliza conocimientos de manera autónoma en el desarrollo de sus tareas, reconociendo las fuentes utilizadas. • Desarrolla las actividades académicas de manera honesta y responsable. • Comunica las ideas y soluciones a problemas, de manera oral y escrita utilizando el lenguaje especializado (ingenieril). • Aporta constructivamente a la solución de problemas mediante el trabajo colaborativo.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. MODELOS MATEMÁTICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES DE PRIMER ORDEN Y NO LINEALES (2,5 SEMANAS). ¿Cómo se pueden modelar fenómenos físicos como la propagación de ondas utilizando ecuaciones diferenciales lineales de primer orden?

1.1. Definiciones y terminología. Problemas de valores iniciales. Ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos.
1.2. Curvas solución sin una solución.
1.3. Variables separables y Ecuaciones lineales.
1.4. Ecuaciones exactas y Soluciones por sustitución.
1.5. Modelos lineales.
1.6. Modelos no lineales.
1.7. Solución numérica de ecuaciones diferenciales.

2. MODELOS MATEMÁTICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES DE ORDEN SUPERIOR (4 SEMANAS). ¿Cómo se pueden utilizar ecuaciones diferenciales de segundo orden para describir fenómenos oscilatorios, como el sistema masa resorte y circuitos?

2.1. Teoría preliminar: Ecuaciones diferenciales lineales.
2.2. Reducción de orden y Ecuaciones lineales homogéneas.
2.3. Coeficientes indeterminados.
2.4. Variación de parámetros.
2.5. Ecuación de Cauchy-Euler.
2.6. Modelos lineales: problemas de valores iniciales.
2.7. Sistemas masa-resorte y Circuitos.
2.8. Modelos lineales: problemas de valores en la frontera.

2.9. Ecuaciones y modelos no lineales.
2.10. Solución numérica de ecuaciones diferenciales de orden superior.

3. SOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES NO HOMOGÉNEAS MEDIANTE LA TRANSFORMADA DE LAPLACE (4 SEMANAS). ¿Cómo simplificar la solución de ecuaciones diferenciales?

3.1. Definición de la transformada de Laplace.
3.2. Transformadas inversas y transformadas de derivadas.
3.3. Teoremas de traslación.
3.4. Propiedades operacionales.
3.5. La función delta de Dirac.
3.6. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales – TL.
3.7. Modelación con sistemas de ecuaciones diferenciales.
3.8. Solución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica de Ecuaciones Diferenciales se emplean diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje como:

• Estudio en casa, que implica la indagación previa sobre los conceptos abordados en el desarrollo de la actividad académica, la redacción de reportes escritos y la solución de ejercicios.
• Estudio de Caso: Los estudiantes aprenden sobre la base de experiencias y situaciones de la vida real, esto les permite construir su propio aprendizaje en un contexto que los aproxima a su entorno. El caso permite realizar enlaces entre la teoría y la realidad. Es importante asegurar que el estudiante cuenta con una buena base teórica que le permita trabajar con el caso y transferir sus conocimientos a otra situación real.
• Clase magistral con énfasis en resolución de ejercicios y problemas contextualizados en ingeniería con apoyo de herramientas computacionales (GeoGebra, Calculadora de matrices, MATLAB, Excel, Python, SageMath, WolframAlpha, etc.)
• Aprendizaje orientado por proyectos en grupos colaborativos, que involucran el estudio de una situación particular en el área de su programa de estudios, el planteamiento de los modelos matemáticos y la aplicación de los procedimientos para hallar una solución matemática, así como la interpretación de la solución en el contexto del problema inicial. Estos proyectos involucran el uso de herramientas de programación como MATLAB o Python.

Estas estrategias implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como horas de trabajo independiente por parte del y la estudiante, que involucran:

Acompañamiento por parte del profesor:

- Clase magistral con resolución de ejercicios y modelación de problemas.
- Desarrollo talleres en grupo.
- Estudio de casos aplicados a la ingeniería.
- Uso de herramientas computacionales para la simulación de solución
- Proponer problemas que cumplan con los siguientes objetivos:
    - Fomentar la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de cálculo de funciones en una sola variable en situaciones cotidianas.
    - Reforzar la comprensión de conceptos que serán utilizados en materias posteriores.
    - Propiciar que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios del cálculo de funciones en una sola variable.

Trabajo independiente del estudiante:

- Lectura y comprensión previa de la temática a abordar durante el desarrollo de la clase.
- Uso de herramientas computacionales y software de simulación que le permitan al y la estudiante fortalecer la comprensión de conceptos, la resolución de problemas, la elaboración de gráficas y la interpretación de resultados.
- Resolución de problemas y talleres de ejercitación de forma individual y grupal.
- Preparación de evaluaciones.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Aplicar correctamente los métodos analíticos para la solución de ecuaciones diferenciales. • Interpretar las soluciones de las Ecuaciones Diferenciales. • Graficar las soluciones de Ecuaciones Diferenciales. • Resolver las Ecuaciones Diferenciales usando el enfoque cualitativo (campo de pendiente; línea fase, espacio fase para Ecuaciones Diferenciales autónomas). • Realizar el paso del mundo real al mundo matemático y viceversa. • Identificar información de calidad. • Entregar las actividades de acuerdo con lo solicitado. • Se expresa de manera asertiva y clara • Desarrollar de manera eficiente el trabajo en colaboración	30%	Talleres, Simulaciones y Resolución de Problemas desarrollados en el Aula o de Trabajo Independiente.
	35%	Pruebas cognitivas formuladas por el profesor.
	15%	Examen intermedio formulado por la Escuela de Matemáticas.
	20%	Examen Final formulado por la Escuela de Matemáticas.

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- BLANCHARD, P., DEVANEY, R. & THOMSON, G. (1997). Ecuaciones Diferenciales.
- ZILL, D. (1997) Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. México: International Thomson Editores.
- SIMMONS, G. & ROBERTSON, J. (1993). Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones y notas históricas (2a ed.). Madrid: Editorial McGraw-Hill.
- NAGLE, R. & SAFF, E. (1996). Fundamentos de Ecuaciones Diferenciales. Editorial Addisson Wesley Iberoamericana. 2ª. Edición.
- LOMEN, D. & LOVELOCK, D. (2000). Ecuaciones Diferenciales a través de gráficas, modelos y datos. México: CECSA.
- GOLUBITSKY, M. & DELLNITZ, M. (1997). Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales, con uso de Matlab. Internacional THOMSON.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Laboratorio de Mecánica

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
LABORATORIO DE MECÁNICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Mecánica</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 0</td><td>Prácticas: 3</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN

La mecánica estudia el movimiento y las fuerzas que actúan sobre los objetos, por lo que aporta a la comprensión del comportamiento de estructuras, el funcionamiento de máquinas y mecanismo, la caracterización de las propiedades de materiales sometidos a fuerzas y cargas, entre otras aplicaciones del ámbito de las ingenierías.

El Laboratorio de Mecánica ofrece a los y las estudiantes la oportunidad de poner en práctica los principios y leyes fundamentales de la física, como la ley de Newton y la conservación de la energía, a través de experimentos que les permitirán observar directamente cómo las fuerzas interactúan con los objetos y cómo estos responden en términos de equilibrio y movimiento, así como calcular experimentalmente magnitudes como desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerzas, entre otros. Lo cual facilitará una apropiación más profunda de los conceptos y desarrollará habilidades para resolver problemas reales en el campo de la ingeniería, contribuyendo a dar respuesta al tópico generativo ¿Cómo y por qué se mueven las cosas?

Además, el Laboratorio de Mecánica fomenta el desarrollo de habilidades prácticas y destrezas técnicas como manejo de herramientas y equipos específicos como sensores, medidores, software para la captura y análisis de datos, que les permitirán recopilar información experimental y concluir acerca de los fenómenos en estudio, contrastando los resultados con el modelo matemático estudiado en el componente teórico. Otras habilidades que se promueven en esta actividad académica están involucradas con el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva y el intercambio de ideas, el uso adecuado del tiempo, la resolución de problemas en equipo y la redacción de informes científicos. El espacio del laboratorio permite visualizar cómo se construye y comprueba una teoría física y su aplicación a su entorno real.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Promover la comprensión del fenómeno físico estudiado, mediante la verificación y contraste de las leyes y conceptos estudiados en la actividad académica de Mecánica, con los resultados obtenidos en la medición experimental de magnitudes. La actividad académica de Laboratorio de Mecánica incentiva la formación integral a través del trabajo colaborativo y la comunicación oral y escrita de los resultados de la experimentación.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
</table>

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
Cognitivas y procedimentales • Relaciona la fundamentación teórica y los modelos matemáticos que la describen con los resultados de la experimentación, en fenómenos relacionados con la estática, cinemática y la dinámica. • Desarrolla experimentos que recrean fenómenos de la estática, cinemática y la dinámica mediante el uso de equipos de medición. • Aplica modelos de experimentación sobre estática, cinemática y dinámica, expresando los resultados en lenguaje ilustrativo, gráfico, interpretativo y de valores numéricos.	G1	RA1, RA6, RA9
Actitudinales • Comunica las ideas y soluciones a problemas, de manera oral y escrita utilizando el lenguaje especializado. • Aporta constructivamente a la solución de problemas mediante el trabajo colaborativo.	G5	RA7

CONTENIDOS

Se cuenta con equipo de laboratorio para desarrollar prácticas diferentes. Se realizarán prácticas durante el período académico que involucren la medición de longitudes, masas y tiempos, así como la teoría y el cálculo de errores. El profesor deberá elegir 3 prácticas de laboratorio por cada módulo, conservando las esenciales por módulo identificadas con (*):

1. INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO (1 SEMANA) ¿Cómo se miden magnitudes?
1.1. Manejo de unidades
1.2. Análisis de errores

2. ESTÁTICA DE LA PARTÍCULA (3 SEMANAS) ¿Por qué no se mueve un objeto?
2.1. (*) Equilibro de partícula en 3D.
2.2. (*) Equilibrio de cuerpo rígido en 3D.
2.3. Determinación experimental del vector resultante de la suma de varias fuerzas concurrentes.
2.4. Composición y descomposición de fuerzas.
2.5. Determinación experimental de los coeficientes de fricción estático y dinámico.

3. CINEMÁTICA DE LA PARTÍCULA (3 SEMANAS) ¿Cómo se mueven los objetos?
3.1. Movimiento unidimensional: Movimiento uniforme rectilíneo
3.2. Movimiento unidimensional: Movimiento uniforme acelerado
3.3. (*) Estudio del movimiento y alcance de un proyectil (Movimiento parabólico)
3.4. Determinación de la velocidad instantánea
3.5. Movimiento circular - Aceleración tangencial- Aceleración centrípeta. Donde se visualice la actuación de las fuerzas.
3.6. (*) Movimiento relativo dependiente. Polipastos: Objetos unidos por poleas.

4. CINÉTICA DE LA PARTÍCULA. TRABAJO Y ENERGÍA (3 SEMANAS) ¿Por qué se mueven los objetos?
4.1. Segunda Ley de Newton.
4.2. Regulador de Watt
4.3. Conservación del momento lineal a través del péndulo balístico.
4.4. (*) Estudio de la relación entre las energías cinética y potencial empleando los conceptos de trabajo y ley de Hooke en disposición vertical con diferentes masas y diferentes alturas.
4.5. (*) Conservación del momento lineal con cálculo del coeficiente de restitución.

5. DINÁMICA DEL CUERPO RÍGIDO (3 SEMANAS) ¿Cómo se mueven los objetos?
5.1. (*) Péndulo físico con diferentes geometrías en extremos (rotación alrededor de diferentes ejes diferentes al centro de masa, determinación del momento de inercia del sistema, rotación alrededor del centro de masa).
5.2. Efecto de la geometría de un cuerpo sobre su movimiento rotacional.
5.3. Caracterización de los tipos de movimiento de un cuerpo rígido: traslación (rectilínea y curvilínea), rotación alrededor de un eje fijo y plano general.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El desarrollo del *Laboratorio de Mecánica* se realizará en cuatro momentos que involucran actividades de trabajo independiente y de interacción directa con el profesor:

- **Preparación del laboratorio.** Se realiza en las horas de trabajo independiente del y la estudiante e implica el repaso previo del fenómeno físico a estudiar en el desarrollo del experimento, la elaboración de una síntesis de los elementos teóricos y matemáticos que describen el fenómeno y el desarrollo de una prueba conceptual preparatoria al laboratorio.
- **Evaluación diagnóstica.** Es el primer momento que se ejecuta en el aula con interacción del profesor y permite valorar el estudio previo realizado por el estudiante, sobre el fenómeno físico y la apropiación conceptual requerida para el desarrollo efectivo del laboratorio. Puede hacer uso de lluvia de ideas, preguntas abiertas o cerradas, discusiones guiadas, revisión de síntesis teórica, entre otras técnicas didácticas que faciliten el diagnóstico.
- **Desarrollo de la experimentación.** Corresponde al desarrollo de la experimentación e incluye la elaboración del montaje -en los casos que sea necesario-, la modificación de condiciones y toma de datos, el análisis de los datos y la generación de conclusiones.
- **Presentación del informe.** Corresponde al momento final que se ejecuta en el aula con la interacción del profesor, en el cual cada grupo de trabajo realiza la presentación del informe resultado de la experimentación y responde a las preguntas formuladas por el profesor, para valorar la comprensión del estudiante.

Adicionalmente se proporcionan dos semanas del semestre para la revisión y repaso conceptual, donde se tendrá acceso en las horas de laboratorio al instrumental con miras a la preparación del examen final del laboratorio, que se realizará en la última semana del período.

<table>
<tr><th colspan="3">SISTEMA DE EVALUACIÓN</th></tr>
<tr><th>Indicadores de aprendizaje</th><th>Ponderación*</th><th>Estrategias de evaluación</th></tr>
<tr><td rowspan="4">• Relacionar la fundamentación teórica con la experimentación.
• Utilizar equipos de medición para la obtención de resultados.
• Identificar el modelo matemático que representa el fenómeno estudiado.
• Categorizar los datos y tipos de datos.
• Emplear gráficos para representar los datos obtenidos.
• Realizar indagación a través del experimento.
• Verificar que el modelo matemático representa el fenómeno estudiado.
• Organizar información en gráficos, tablas y texto para presentar de manera coherente los resultados.
• Comunicar de manera efectiva los hallazgos obtenidos.
• Redactar conclusiones coherentes con los hallazgos.
• Exponer los resultados.
• Aplicar los principios éticos en el manejo y procesamiento de la información.
• Trabajar en equipos de forma colaborativa.</td><td>20%</td><td>Evaluaciones diagnósticas.</td></tr>
<tr><td>10%</td><td>Desempeño en la sala de laboratorio (interés, habilidad, trabajo en grupo, destrezas y motivación por la experimentación).</td></tr>
<tr><td>40%</td><td>Informes finales de la experimentación.</td></tr>
<tr><td>30%</td><td>Evaluación final del Laboratorio. Implica el desarrollo de alguna de las prácticas realizadas durante el desarrollo del período e incluye componente conceptual y práctico.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.</td></tr>
<tr><th colspan="3">BIBLIOGRAFÍA:</th></tr>
<tr><td colspan="3">• EXPERTIC. (s/f). Recuperado el día mes año, de https://expertic.uis.edu.co/home
• Halliday, D., & Resnick, R. (2005). Física (7ma ed.). Editorial Cecsa.
• Serway, R. (2011). Física vol 1. Thomson Editores.
• Sears, M., & Zemansky, W. (2003). University Physics. Addison Wesley.</td></tr>
</table>

Electromagnetismo

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
ELECTROMAGNETISMO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Mecánica</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 5</td><td rowspan="2">HTI: 4</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 5</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN

El electromagnetismo es un fenómeno físico que estudia la interacción entre la electricidad y el magnetismo, además de cómo los campos eléctricos y magnéticos se generan y se influyen mutuamente. El electromagnetismo tiene múltiples aplicaciones en la ingeniería: en el diseño y fabricación de dispositivos como circuitos y microchips, en las telecomunicaciones en la generación, transmisión y recepción de señales; así como en el diseño de sistemas eficientes de generación y transporte de energía eléctrica, en el diseño y operación de sistemas de control y automatización, como motores, transformadores, actuadores, entre otros.

La actividad académica de Electromagnetismo es esencial para la formación integral de los y las estudiantes de ingeniería, ya que les proporciona una comprensión sólida de los fenómenos eléctricos y magnéticos para poder aplicar estos conceptos en situaciones cotidianas y en el análisis de problemas de su futura carrera profesional, consolidando conocimiento para dar respuesta al tópico generativo ¿Cómo funciona la energía eléctrica? Además, el electromagnetismo es una teoría de campos, lo que significa que las explicaciones y predicciones que provee se basan en magnitudes físicas cuya descripción matemática son campos vectoriales dependientes de la posición en el espacio y el tiempo. Por lo tanto, el desarrollo de competencias en Electromagnetismo también implica el uso de herramientas matemáticas indispensables para la representación de los principios básicos y de las leyes fundamentales estudiadas.

La actividad académica de Electromagnetismo aborda una amplia gama de conceptos esenciales. Comienza con la comprensión de la carga eléctrica, las fuerzas eléctricas y el campo eléctrico, que son fundamentales para entender la interacción entre cargas y su entorno. Luego se exploran el potencial eléctrico y la energía potencial eléctrica, lo cual permite analizar y calcular las propiedades energéticas de los sistemas eléctricos. La polarización eléctrica y la capacidad eléctrica se estudian para comprender la respuesta de los materiales ante un campo eléctrico y diseñar dispositivos como condensadores. La intensidad de corriente eléctrica, la resistencia eléctrica y los circuitos son conceptos clave para el diseño y análisis de sistemas eléctricos. El campo magnético se aborda en relación con las fuerzas magnéticas y la interacción con corrientes eléctricas. Por último, se explora la fuerza electromotriz inducida, que permite comprender fenómenos como la generación de electricidad en generadores y la inducción electromagnética. Estos conceptos son fundamentales en la ingeniería, ya que permiten diseñar, analizar y optimizar sistemas eléctricos y electromagnéticos utilizados en diversas áreas, como energía, electrónica, robótica, comunicaciones y transporte.</td></tr>
</table>

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA		
Exponer a los estudiantes y analizar conjuntamente con ellos las leyes físicas que les permitan la interpretación de los fenómenos electromagnéticos y la generación de modelos matemáticos que los describan, para su utilización en la solución de problemas de ingeniería.		
COMPETENCIAS		
Micro competencias	**Macro competencia relacionada**	**Resultados de aprendizaje relacionados**
• Identifica las distribuciones de carga eléctrica como fuente de campo eléctrico. • Describe cualitativamente los procesos físicos involucrados en fenómenos electrostáticos. • Calcula campos eléctricos generados por distribuciones de carga eléctrica, y la influencia de dichos campos sobre las cargas eléctricas. • Calcula la diferencia de potencial entre dos puntos en una región afectada por un campo eléctrico. • Describe las superficies equipotenciales en un sistema que involucre conductores en equilibrio electrostático • Explica el funcionamiento y la utilidad de dispositivos como condensadores, resistencias, entre otros, en los circuitos de entrada y salida de un sistema. • Calcula la potencia requerida para el funcionamiento y protección de un circuito. • Explica el funcionamiento de dispositivos semiconductores y su utilidad, a partir de los conceptos físicos que implementan. • Calcula campos magnéticos generados por corrientes estacionarias, y la influencia de dichos campos sobre las cargas eléctricas en movimiento y corrientes. • Calcula el efecto de un campo magnético sobre corrientes eléctricas. • Describe cualitativamente el funcionamiento de dispositivos como motores eléctricos, de corriente alterna y continua, a partir de la interacción entre campos magnéticos y corriente eléctrica. • Explica el funcionamiento de generadores eléctricos, transformadores y detectores de metales, entre otros dispositivos, con base en el fenómeno de inducción electromagnética. • Describe cualitativamente el funcionamiento de un circuito RLC de corriente alterna.	G1	RA1, RA6, RA9
• Busca, identifica y utiliza conocimientos de manera autónoma en el desarrollo de sus tareas, reconociendo las fuentes utilizadas. • Desarrolla las actividades académicas de manera honesta y responsable.	G5	RA7

CONTENIDOS

1. CARGA ELÉCTRICA – FUERZAS ELÉCTRICAS – CAMPO ELÉCTRICO. (1,5 SEMANAS) ¿Por qué las cargas eléctricas se mueven?

1.1 Fenómenos de Electrostática. Ley de Coulomb. Principio de superposición. Sistemas de cargas puntuales.

1.2 El campo eléctrico: concepto. Casos generales: distribuciones discretas y continúas. Casos particulares: distribuciones lineales, superficiales, volumétricas.

1.3 Conductores y campo eléctrico. Condiciones electrostáticas. Líneas de fuerza como recurso cualitativo para describir el campo electrostático.

1.4 Flujo eléctrico. Ley de Gauss. Aplicaciones de la ley de Gauss. Casos: Distribuciones con simetría axial, plana y esférica, conductores y no conductores.

2. POTENCIAL ELÉCTRICO Y ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA. (1,5 SEMANAS) ¿Cómo medir el campo eléctrico?

2.1 Trabajo electrostático. Energía potencial eléctrica. Diferencia de potencial y potencial. Cálculo del potencial para distribuciones finitas: Una carga puntual Potencial para un sistema de cargas puntuales y generalización para una distribución continua de carga.

2.2 Cálculo del potencial para distribuciones infinitas; ejemplos: distribución lineal superficial o volumétrica.

2.3 Campo en función del potencial, concepto de gradiente y superficie equipotencial. Ej.: Distribuciones lineales, superficiales.

2.4 Potencial de un conductor. Conductor dentro de un campo eléctrico.

2.5 Relación entre potencial y energía potencial; para un sistema de cargas puntuales. Generalización para una distribución continua de carga.

3. POLARIZACIÓN ELÉCTRICA Y CAPACIDAD ELÉCTRICA. (2,5 SEMANAS) ¿Cómo almacenar energía eléctrica?

3.1. Potencial del dipolo eléctrico, componentes radial y transversal del campo del dipolo eléctrico. Energía y torque del dipolo eléctrico en un campo eléctrico externo.

3.2. Polarización de la materia al colocarse en un campo eléctrico externo. Vector Polarización eléctrica. Susceptibilidad eléctrica. Campo eléctrico dentro del dieléctrico. Densidad de carga libre o verdadera. Permitividad dieléctrica.

3.3. Capacidad eléctrica: condensadores con y sin dieléctricos. Combinaciones de condensadores

3.4. Energía almacenada en un condensador en función de Q y V (comportamiento según la fuente esté conectada o desconectada) ejemplos, ejercicios.

4. INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA, RESISTENCIA ELÉCTRICA Y CIRCUITOS (2,5 SEMANAS) ¿Cuáles son los efectos de la carga eléctrica en movimiento?

4.1. Corriente eléctrica, densidad de corriente, Ley de Ohm: formulación microscópica. Conductividad y resistividad eléctrica.

4.2. Ley de Ohm: formulación macroscópica, resistencia eléctrica, resistencias en serie y en paralelo.

4.3. Disipación de energía en una resistencia (ley de Joule). Potencia eléctrica. Fuerza electromotriz, resistencia interna.

4.4. Leyes de Kirchoff. Ejemplos: Puente de Wheatstone. Ejercicios. Aparato medidor de corriente, de voltaje y de resistencia eléctrica.

4.5. Corrientes en otros medios: semiconductores, superconductores. Corrientes en electrolitos.

4.6. Semicoductores: Huecos e impurezas; Dispositivos con semiconductores: Unión p-n, corrientes a través de una unión p-n, dispositivos semiconductores y luz (LED), transistores.

5. CAMPO MAGNÉTICO. (2,5 SEMANAS) ¿Cómo se puede generar un campo magnético a partir de cargas en movimiento?

5.1. Magnetismo. Naturaleza. Fuerza magnética sobre cargas aisladas en movimiento; fuerza de Lorentz. Trayectoria de las partículas cargadas en un campo magnético externo.
5.2. Fuerza magnética sobre elementos de corriente. Par y energía de una espira en un campo magnético externo. Momento dipolar magnético.
5.3. Flujo magnético. Ley de Gauss para el magnetismo.
5.4. Fuerza entre elementos de corriente. Ley de Biot-Savart. Cálculo de B debido a: espira circular, solenoide; fuerza entre conductores rectilíneos con corriente.
5.5. Ley de Ampère. Aplicaciones de la ley de Ampère

6. FUERZA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA (2,5 SEMANAS) ¿Cómo inducir una fuerza electromotriz?

6.1. Aspecto histórico. Experimentos básicos a partir de los cuales se obtiene la ley de Faraday: a) Variación del campo magnético. b) Por movimiento del circuito primario o secundario. c) por variación del área del circuito primario o secundario. Ley de Lenz (se puede hacer en forma demostrativa).
6.2. Ejemplos de la ley de Faraday y Lenz: generador de corriente continua, generador de corriente alterna. Fuerza electromotriz inducida.
6.3. Coeficientes de Autoinducción. Ejemplos.
6.4. Energía almacenada por un inductor.
6.5. Coeficiente de inducción mutua. Energía almacenada. El transformador y otros.
6.6. Fundamentos de corriente alterna: fasores y corriente alterna, diagrama de fasores, corriente alterna rectificada, valores rms, reactancia inductiva y capacitiva, análisis cualitativo de un circuito RLC.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el y la estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Éstos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos y ciudadanas. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona. En ese orden de ideas, para el desarrollo de la actividad académica de *Electromagnetismo* se emplean diferentes estrategias de enseñanza entre las cuales se destacan:

- Demostraciones ilustrativas. Son montajes experimentales simples en el aula, que utilizan objetos cotidianos y permiten la observación directa de los fenómenos físicos y la exploración desde el punto de vista conceptual de los presaberes de los estudiantes.
- Clase Magistral. Exposición de los aspectos teóricos necesarios para el logro de los propósitos y el desarrollo de las competencias. Se realiza a partir de las lecturas previas de los estudiantes y mediante el diálogo permanente para orientar la indagación y resolver las inquietudes que se presentan. Hace uso de videos, fotografías y otros recursos gráficos que faciliten la presentación del concepto en contextos particulares de ingeniería.

- Resolución de problemas de ingeniería. Relaciona los conceptos estudiados con situaciones particulares de ingeniería en los cuales se requiere identificar el problema, realizar el modelo físico, tomar medidas lógicas para encontrar una solución y evaluar la solución en el contexto del problema.

Estas estrategias implican tanto horas de acompañamiento por parte del profesor como horas de trabajo independiente por parte del estudiante en el desarrollo de actividades como las que se detallan a continuación:

Acompañamiento por parte del profesor:

- Desarrollo conceptual a través de clase magistral, indagación con preguntas, resolución de problemas y montajes experimentales simples en el aula que permitan realizar demostraciones ilustrativas (físicas) de los fenómenos físicos.
- Uso de simuladores virtuales de fenómenos físicos.
- Explicación de ejemplos.
- Resolución de problemas que cumplan con los siguientes objetivos:
  - Fomentar la integración de los contenidos para el análisis y resolución de problemas, mediante la aplicación de conceptos de Mecánica en situaciones cotidianas.
  - Reforzar la comprensión de conceptos que serán utilizados en materias posteriores.
  - Propiciar que los estudiantes modelen y resuelvan situaciones reales de ingeniería mediante conceptos propios de la Mecánica.

Trabajo independiente del estudiante:

- Lectura y comprensión previa de las temáticas a abordar durante el desarrollo de la clase.
- Solución de talleres basados en ejercicios.
- Indagaciones de ejemplos relacionados con su área de formación.
- Montajes experimentales simples en casa que permitan realizar demostraciones ilustrativas (físicas) de los fenómenos.
- Preparación de evaluaciones.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Explicar los fenómenos electrostáticos. • Calcular diferencias de potencial. • Calcular la potencia de funcionamiento y protección de un circuito. • Explicar el funcionamiento de un diodo rectificador a partir de los conceptos físicos que fundamentan la relación entre corriente y voltaje. • Explicar el funcionamiento de un diodo emisor de Luz (LED) y una celda solar a partir de los conceptos físicos básicos de semiconductores. • Explicar el funcionamiento de transistores e identifica algunas de sus aplicaciones, a partir de los conceptos físicos básicos de semiconductores.	60%	Evaluaciones conceptuales y de resolución de problemas, periódicas formuladas por el profesor.
	20%	Talleres, quices y resolución de problemas.
	20%	Evaluación conceptual al final del período que recoge los

• Explicar la utilidad de los diodos, transistores PnP-nPn. optotransistores y triacs en los circuitos electrónicos contemporáneos. • Explicar el funcionamiento de un motor. • Calcular campos magnéticos y corrientes eléctricas. • Identificar las cargas eléctricas en movimiento como fuentes de campo magnético. • Explicar el funcionamiento de un circuito RLC. • Identificar información de calidad. • Citar fuentes utilizadas. • Entregar las actividades de acuerdo con lo solicitado. • Se expresa de manera asertiva y clara.		elementos conceptuales de toda la actividad académica a cargo de la Escuela y que se formula desde un banco de preguntas.
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Bauer, W. (2014). Física para ingeniería y ciencias (Vol. 1). Editorial McGraw Hill. • Eisberg, R. (1983). Física: Fundamentos y aplicaciones (Vol. 1). McGraw-Hill. • Freedman, R., & Young, H. (1988). Física Universitaria (Vol. 2). Pearson Educación. • Giancoli, D. (2006). Física 1 principios con aplicaciones. Editorial Prentice Hall. • Resnic, K., & Halliday, K. (2004). Física. Editorial CECSA. • Serway, R., & Jewett, J. (2014). Física para ciencias e ingenierías (Vol. I). México: Cengage Learning Editores • Tipler, P. (1995). Física. Ed. Reverté.		

Fisiología I

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
FISIOLOGÍA I</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Biología celular y molecular</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Uno de los elementos centrales de la Ingeniería Biomédica es poder entender la interacción entre el mundo biológico y el mundo de la ingeniería. Además, los ingenieros biomédicos necesitan preparar sus mentes para analizar, cuantificar, crear nuevos dispositivos para resolver problemas desde el punto de vista de la ingeniería, medicina y biología. Este curso establece los conceptos básicos para comprender esa relación entre la fisiología humana y la ingeniería. El curso introduce el concepto fundamental de la homeostasis y cómo las interacciones entre las células, los tejidos y los diferentes sistemas del cuerpo humano lo logran. El estudiante también es introducido al estudio anatómico y fisiológico de los sistema esquelético, muscular, sistema nervioso, sistema sensorial y sistema endocrino. Al final del semestre, el estudiante podrá entender y saber lo esencial de los sistemas mencionados para adquirir las competencias necesarias para un ingeniero biomédico en el sector salud.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Proporcionar al estudiante conocimientos sobre la fisiología, su importancia en el funcionamiento de sistemas y su necesidad para el desarrollo de dispositivos biomédicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC67 Conoce los fundamentos de la fisiología y patología del cuerpo humano.</td><td rowspan="2">E5</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC74 Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.</td></tr>
<tr><td>mC24 Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas</td><td>E2</td><td colspan="2">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td>mC80 Conoce los principios electrónicos, estadísticos y fisiológicos requeridos para el diseño de instrumentos y sistemas utilizados en la adquisición, análisis, medición e interpretación de datos de los seres humanos</td><td>E6</td><td colspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
</table>

mC121 Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	C1	RA4
mC140 Identifica los diferentes roles en un equipo de trabajo a partir de la dinámica presente en una situación dada.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Homeostasis, retroalimentación. sistema como un mecanismo fundamental en fisiología.
- Sistema esquelético desde un punto de vista anatómico y fisiológico, tejidos, huesos, huesos y articulaciones. Laboratorios sistema esquelético.
- Músculo: Estructura y función del músculo. Comprender la electricidad y la mecánica. Propiedades de la contracción muscular. Fisiología y anatomía del músculo. Laboratorio contracción músculo esquelético. Laboratorio: Evaluación control motor – Reflejos.
- Sistema nervioso: Introducción al sistema nervioso, neuroanatomía, neurofisiología, cerebro, médula espinal, sistema nervioso periférico, PNS, ANS. Laboratorio sistema nervioso.
- Sistema sensorial: Anatomía y fisiología de los sentidos, ojo, oído, olfato, gusto, sentidos en general. Laboratorio de fisiología sensorial. Laboratorio anatomía sensorial.
- Sistema endocrino: conceptos de funcionamiento anatómico y fisiológico del sistema endocrino. Laboratorio sistema endocrino.
- Estudio de problemas de fisiología.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Estudio de casos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Reconoce las características de un problema complejo de la fisiología	A	• Exposición grupal
• Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas fisiológicos.		
• Reconoce la importancia del trabajo en equipo, para el logro de mejores resultados personales en el área de la fisiología.		
• Identifica las bases fisiológicas de la homeostasis.		• Evaluación escrita
• Conoce los diferentes huesos y tejidos, su interacción y funcionamiento en el organismo.		• Informe escrito
• Conoce los mecanismos propuestos para explicar cómo funcionan los diferentes órganos y estructuras que participan en la generación de movimiento.		• Evaluación oral
• Comprende la estructura y funcionamiento del sistema nervioso		• Evaluación oral

• Comprende el funcionamiento del sistema sensorial desde lo anatómico hasta lo fisiológico.		• Informe escrito
• Comprende el funcionamiento del sistema endocrino y su integración para el funcionamiento del organismo		• Informe escrito
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Fisiología Humana. Tresguerres JAF. Mc Graw Hill 2005. • Fisiología Médica. William F Gannong. 19° Edicción Manual Moderno 2004. • Bases Fisiológicas de la práctica médica. Best & Taylor. Panamericana 2003. • Tratado de Fisiología Médica. Guyton AC. Interamericana. 10° edición.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Biotecnología en salud

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BIOTECNOLOGÍA EN SALUD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Biología celular y molecular</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La Biotecnología en salud es la frontera entre la investigación básica de la Biomedicina y las aplicaciones técnicas establecidas de la Ingeniería Biomédica, y se refiere a la generación de nuevas herramientas biotecnológicas para la investigación, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades con el fin de comprender el funcionamiento de nuevas tecnologías para contribuir en procesos de prevención, diagnóstico y tratamiento. La Biotecnología en salud permite el conocimiento sobre nuevas herramientas desarrolladas con valor potencial para la práctica en salud. La biotecnología en salud le permitirá al estudiante Identificar oportunidades de mejora y apropiación tecnológica para que pueda realizar proyecciones de productos y procesos biomédicos que solucionen problemas de salud. Por lo anterior, el futuro ingeniero biomédico encontrará en este curso las bases necesarias para enfrentar diferentes temas de estudio originales sobre las cuatro áreas en las que la Biotecnología tiene un mayor impacto en sanidad: diagnóstico molecular hacia el pronóstico de enfermedades, desarrollo de fármacos, terapia celular, biotecnología animal y, por último, terapia génica con efectos en salud. El conocimiento de las técnicas biotecnológicas es esencial para el cumplimiento de las competencias del ingeniero biomédico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
• Estimular en los estudiantes la comprensión de los conceptos básicos en Biotecnología favoreciendo una mirada crítica e integral que se aplique a la ingeniería biomédica.
• Comprensión de los fundamentos científicos de la biotecnología moderna, basada en el análisis y la modificación de los genes, y obtener un amplio abanico de aplicaciones en desarrollo de biomateriales, el diagnóstico de enfermedades, la terapia, la reproducción y la farmacología.
• Contribuir al desarrollo de competencias para el proyecto de investigación, que proporcionen a los estudiantes de ingeniería biomédica las herramientas necesarias para la solución de problemas relacionados con su quehacer profesional.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC9 Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica</td><td rowspan="2">E1</td><td colspan="2" rowspan="2">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td>mC10 Comprende los principios técnicos y funcionales de los sistemas, métodos y procedimientos que se utilizan en procesos prevención, diagnóstico, terapia y rehabilitación.</td></tr>
</table>

mC24 Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas	E2	RA1, RA6, RA9
mC45 Identifica los patrones de innovación tecnológica para la generación de nuevas ideas y soluciones	E3	RA1, RA8, RA9
mC55 Gestiona la tecnología de apoyo para el funcionamiento de los sistemas de salud con el propósito de adquirir, adaptar, asimilar o transferir las que resulten útiles a pacientes y personal de la salud en los procesos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento de la salud garantizando su disponibilidad y seguridad.	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC79 Comprende las metodologías y procesos del diseño industrial y las aplica en el diseño y rediseño de dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC73 Analiza las principales variables que afectan la interacción humana con los dispositivos biomédicos para generar alternativas de diseño con criterios de accesibilidad y usabilidad.		
mC117 Integra conocimientos del funcionamiento de las bases moleculares de la genética y de las proteínas en sistemas y órganos para su uso en biomateriales innovadores.	E8	RA1, RA2, RA8
mC109 Interpreta información técnica de los materiales a partir de los cuales están elaborados los dispositivos y equipos biomédicos.		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4

CONTENIDOS

- Introducción a la Biotecnología en salud
- Técnicas de ADN recombinante para el diagnóstico de enfermedades
- Manipulación de ADN y terapia génica-Modificación génica de células y animales para la industria
- Modelos biotecnológicos animales en estudios de enfermedades
- Biotecnología en la industria con incidencia en salud
- Nano biotecnología y Farmacoterapia
- Consideraciones éticas para el manejo de técnicas biotecnológicas en salud
- Estudio de problemas de salud empleando conocimientos sobre la biotecnología en salud

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Conoce los conceptos básicos de la biotecnología en salud	A	Cuestionario

• Se comunica en forma verbal y escrita y trabaja en equipo justificando el desarrollo de un problema de salud aportando técnicas biotecnológicas.	A	Exposiciones grupales Talleres
• Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de tecnologías biotecnologías y sus efectos en la solución de problemas de la salud	A	Exposiciones grupales talleres
• Identifica las variables nano biotecnológicas y farmacológicas que afectan la interacción humana con fármacos y nanocompuestos	A	Informe escrito
• Reconoce las tecnologías actuales de biotecnología con beneficios para la salud.	A	Informe escrito
• Identifica las variables nano biotecnológicas y farmacológicas que afectan la interacción humana con fármacos y nanocompuestos	A	Evaluación escrita
• Reconoce las tecnologías actuales de modificación y edición génica en células y animales con proyección en salud.	A	Evaluación oral
• Integra los conceptos de los diferentes modelos biotecnológicos animales y las variables que afectan su interacción con los dispositivos y biomateriales	A	Informe escrito
• Reconoce las tecnologías actuales de modificación y edición génica en células y animales con proyección en salud.	A	Evaluación oral
• Identifica las técnicas de ADN recombinante para la prevención y terapia de enfermedades.	A	Informe escrito
• Integra los conceptos de los diferentes modelos biotecnológicos animales y las variables que afectan su interacción con los dispositivos y biomateriales	A	Evaluación escrita

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

.

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Introducción a la Biotecnología. W.J. Thieman M.A. Palladino.Pearson. 2010.
- Biotecnología para principiantes. Renneberg, Reinhard Editorial Reverté. 2020 (E)
- Molecular Biotechnology: Principles And Applications Of Recombinant Dna. Glick, Bernard R. Cheryl L Patten Editorial Washington ASM Press. c2017.
- Biotecnología y alimentación. Morcillo Ortega, Gloria Cortés Rubio, Estrella García López, José Luis. Editor Madrid: UNED.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Lengua Extranjera III: inglés

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
LENGUA EXTRANJERA III: INGLÉS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Lengua Extranjera II: inglés</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 2</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 4</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

En concordancia con la misión de la Universidad Industrial de Santander y el Modelo Pedagógico Institucional, se consolida la intención de internacionalizar la propuesta curricular, lo que implica necesariamente el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales que habiliten a los miembros de la comunidad para relacionarse e interactuar con sus pares a nivel mundial. Así, se define el plurilingüismo y la multiculturalidad como una oportunidad formativa que contribuye a la consolidación de la visión institucional, desde el componente de formación integral de una comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, a la colaboración académica internacional y a la ubicación de nuestra identidad nacional en el contexto social y cultural de la aldea global.

En consecuencia, la Universidad Industrial de Santander define que, para obtener el grado, los estudiantes de programas de nivel profesional tendrán que alcanzar un nivel superior a B1 en inglés según el Marco Común Europeo de Referencia. Para lograrlo, podrán matricular tres (3) cursos de dos (2) créditos académicos cada uno, ofrecidos por la Universidad, hasta que haya cumplido con el 60% de los créditos académicos definidos en su plan de estudio o validar el nivel de lengua, mediante prueba estandarizada. Una vez el estudiante demuestra que alcanzó el nivel B1, tendrá la oportunidad de realizar un curso que eleve su nivel de competencia a B1+, equivalente a dos (2) créditos académicos, que harán parte del 40% de créditos académicos restantes en su plan de estudio. Al final, el estudiante presentará la prueba de certificación de competencia de nivel B1+, cuyo resultado constituye evidencia de cumplimiento del requisito de egreso.

La actividad académica de **Lengua Extrajera III: inglés** está estructurada según el Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas y permitirá al estudiante comunicarse con cierta seguridad, tanto en asuntos que son habituales como en los que no lo son, relacionados con sus intereses personales y su especialidad. Podrá intercambiar, comprobar y confirmar información en situaciones menos corrientes y explicar el motivo de un problema, aunque deba hacer pausas que son evidentes para hacer cierta planificación gramatical y léxica y cierta corrección.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

A través de esta actividad académica los estudiantes tendrán la oportunidad de ampliar su capacidad lexical y gramatical para involucrarse en intercambios comunicativos improvisados que traten de asuntos cotidianos. También se ofrecerá la oportunidad de recrear situaciones reales para poner en juego sus destrezas, así como su capacidad para desenvolverse en situaciones impredecibles. En estos espacios, se promoverá el trabajo tanto autónomo como colaborativo y se incorporarán las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3
mC147 Interactúa en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina, utilizando el idioma inglés.		
mC148 Produce textos coherentes en inglés sobre temas que son de interés personal y general.		

CONTENIDOS

Comunicativos (pragmáticos)	Comunicativos (lingüísticos-gramaticales)
✓ Describir memorias de la vida y hábitos en el pasado. ✓ Expresar preferencias y deseos. ✓ Describir historias de vida. ✓ Describir sueños, esperanzas y ambiciones. ✓ Describir intenciones futuras. ✓ Hacer referencias a experiencias de la vida y duración de los eventos. ✓ Describir acciones en proceso. ✓ Expresar sentimientos y actitudes. ✓ Hacer y responder a invitaciones. ✓ Describir hechos reales o imaginarios. ✓ Hacer preguntas sencillas para averiguar sobre un tema. ✓ Dar y responder a consejos y sugerencias. ✓ Expresar opiniones, acuerdo y desacuerdo sobre temas familiares.	Past simple, past continuous, used to Questions Present simple and present continuous." Past simple, present perfect, present Perfect continuous Different ways of comparing Future forms Like and would like Narrative tenses: past simple, past continuous and past perfect. Conditional sentences with would Comparatives and superlatives
Comunicativos (lingüísticos-lexicales)	**Socioculturales**
Time phrases Descriptive adjectives: places, people, situations Daily routines Suitable expressions for appropriate situations Comparative and superlatives adjectives Verbs phrases about ambitions	Solving problems when travelling Making a blog to tell stories Cities in the world Outstanding people

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología abarca el enfoque comunicativo de amplio espectro apoyado con el aprendizaje por tareas y basados en proyectos; armoniza con la mediación tecnológica y fortalece los principios de autonomía y de trabajo cooperativo.

- ***Estrategias de Enseñanza***

  - Actividades de interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor en contextos significativos, orientadas al desarrollo de la habilidad oral comprensiva y productiva.
  - Práctica guiada mediante la realización de actividades previstas en el libro texto o adaptadas de otros textos.
  - Implementación de recursos digitales relacionados con temas de clase.
  - Ejercicios de comprensión de material auténtico y didáctico * para el desarrollo de las habilidades de comprensión.
  - Ejercicios de producción de textos orales y escritos de situaciones significativas orientadas al desarrollo de las habilidades productivas del idioma.
  - Ejercicios de consolidación de vocabulario y estructuras gramaticales para el desarrollo de las habilidades comprensivas y productivas del idioma.
  - Actividades interactivas que generen reflexión y opinión sobre los aspectos culturales propios y de otros.
  - Utilización de conocimientos previos, experiencias, actitudes y creencias, que ayudan a hacer la nueva información más significativa.
  - Realimentación del proceso.

  ✓ Actividades que involucren el uso de la tecnología como medio de enseñanza, comunicación, desarrollo de la creatividad y del aprendizaje autónomo.

- ***Estrategias de Aprendizaje***

De producción: • Dirigirse a un público (discursos en reuniones públicas, conferencias universitarias, sermones, espectáculos, comentarios deportivos, presentaciones de ventas, etc.). • Leer en voz alta un texto escrito. • Hablar apoyándose en notas, en un texto escrito o en elementos visuales (esquemas, imágenes, gráficos, etc.). • Representar un papel ensayado. • Hablar espontáneamente. • Grabación de su propio registro de voz. • Completar formularios. • Producir carteles para exponer. • Tomar notas para usarlas como referencias futuras. • Tomar mensajes al dictado, etc. • Escribir de forma creativa e imaginativa; • Escribir cartas personales.	De Comprensión: • Escuchar declaraciones públicas (información, instrucciones, avisos, etc.); • Escuchar medios de comunicación (radio, televisión, grabaciones, cine); • Escuchar conversaciones por casualidad, etc. • Lectura de orientación general, lectura orientada a detectar información específica, lectura de información, lectura de instrucciones, lectura de entretenimiento.

SISTEMA DE EVALUACIÓN		
Indicadores de aprendizaje	**Ponderación***	**Estrategias de evaluación**
• Escuchar y relacionar con imágenes las historias sobre los recuerdos de diferentes • personas. • Escuchar y tomar algunas notas sobre la forma como las personas invierten su tiempo con • el fin de emitir un reporte sencillo. • Reconocer los eventos más relevantes en la vida de una persona y darle sentido a su • historia al completarla con los elementos gramaticales pertinentes. • Leer un artículo corto que describe experiencias y su duración por medio de preposiciones • Describir sus planes, intenciones y ambiciones con un lenguaje sencillo y coherente. • Expresar qué le gusta y qué le gustaría hacer en situaciones habituales y no tanto. • Describir lo que le gusta y le gustaría hacer y explica por qué. • Narrar una historia que describe eventos que ocurrieron en su vida y describir los • sentimientos que afloran al recordarlos. • Describir con detalle eventos, reales o imaginarios, usando un repertorio de palabras • sencillas.	A	• Classwork • Quizzes • Examen

• Describir lugares y los compara entre sí. • Describir lo que le gusta y le gustaría hacer y explica por qué. • Narrar una historia sobre los eventos que ocurrieron en su vida y describir los sentimientos • que afloran al recordarlos.		

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- CUNNINGHAM, S. & MOOR, P. Cutting Edge Elementary Third Edition. Longman. Harlow, UK, 2013.
- Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas [en línea]. [Strasbourg: Consejo de Europa], 2001.http://es.wilkipedia.org/wiki/Marco-com%C3%BAn-europeo-de-referencia-para-las-lenguas [Consulta: 20 febrero 2017].
- Global Scale of English. Teachers' tool kit learning objectives. 2018. Recuperado de: https://www.pearson.com/english/about/gse.html.
- Soars, J. & Soars, L (2003) New Headway Intermediate Third Edition. Oxford. New York, USA.

Other Language Series available at the Resource Center of the Institute.

Listening

- http://esl.about.com/blgrammar.htm
- http://www.npr.org
- www.esl-lab.com
- http://www.learnoutloud.com/Podcast-Directory/History/Speeches/Yale-University-Podcast/22915
- www.youtube.com
- http://home.earthlink.net/~eslstudent/listen/easy.html

Reading

- www.thesaurus.com
- http://www.esl-lounge.com/student/reading/3r1-learn-english-reading.php
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Writing

- owl.english.purdue.edu
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Pronunciation

- http://international.ouc.bc.ca/pronunciation
- http://www.fonetiks.org

Grammar

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.eslgames.com
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.eslpartyland.com/quiz%20center/quiz.htm
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.manythings.org

Vocabulary

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.learn-english-today.com/idioms/idioms_proverbs.html
- www.bbc.co.uk/education/wordsandpictures

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

CUARTO SEMESTRE

Universidad Industrial de Santander

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Bioestadística

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BIOESTADÍSTICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN

Este curso reviste importancia porque en el proceso de la ingeniería biomédica y en su ejercicio profesional, es una herramienta útil para la investigación se propone implementar propuestas resolviendo problemas establecidos, que contribuyan en el enriquecimiento del sistema salud y que en muchos casos puede demandar procesos de datos cuantitativos, los que a su vez requieren el manejo de enfoques, técnicas e instrumentos cuya base es la estadística computacional.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

La apropiación de los conocimientos adquiridos permitirá a los estudiantes de Ingeniería Biomédica desarrollar habilidades y competencias para proponer, ejecutar y asesorar proyectos de investigación en las áreas de la salud, tanto clínicas como no clínicas, que involucren análisis de datos. Además, proporciona al estudiante los conceptos y elementos teóricos para la aplicación de la estadística básica, la estadística inferencial y la estadística aplicada a la investigación en salud (bioequivalencias clínicas, pruebas diagnósticas y ensayos clínicos), usando la bioestadística como una herramienta de análisis de resultados a través del uso específico y extensivo de elementos computacionales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC22 Aplica los principios y fundamentos de la estadística en el diseño y desarrollo de experimentos.</td><td rowspan="5">E2</td><td colspan="2" rowspan="5">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td>mC24 Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas</td></tr>
<tr><td>mC25 Organiza los datos y la información para generar conclusiones válidas que orientan a la toma de decisiones efectivas</td></tr>
<tr><td>mC26 Conoce los principios estadísticos para el análisis, interpretación y depuración de datos.</td></tr>
<tr><td>mC31 Explica comportamientos o patrones típicos de poblaciones analizadas, a partir de un conjunto de datos</td></tr>
</table>

mC32 Genera conclusiones y recomendaciones o toma decisiones acerca de la situación problema fundamentado en los resultados de la experimentación		
mC96 Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC97 Recopila, integra y preprocesa datos biomédicos para la construcción de un almacén de datos biológicos.		
mC101 Analiza y representa gráficamente datos ómicos, interpreta los resultados que resulten de su análisis integrativo y presenta conclusiones que pueden ser incluidos en un trabajo científico.		
mC125 Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.	G1	RA1, RA6, RA9
mC126 Representa la información cuantitativa de diversas formas.		
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5
mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	G3	RA2, RA6, RA8
mC137 Determina la información faltante o no confiable al analizar una situación.		
mC138 Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.		
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3

CONTENIDOS

- Probabilidad e inferencia
- Pruebas de hipótesis
- Pruebas de bioequivalencia
- Pruebas diagnósticas
- Ensayos clínicos

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Uso de plataformas integradas (Google Colab – Rstudio Cloud – Github)
- Análisis de artículos
- Estudio de caso
- Entrenamiento programado

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Identifica adecuadamente variables según naturaleza y escala de medición	A	• Talleres prácticos • Trabajo colaborativo
• Identifica adecuadamente las distribuciones de probabilidad		
• Realiza inferencia poblacional mediante parámetros muestrales		

• Identifica adecuadamente los entornos de implementación de las pruebas de bioequivalencia, pruebas diagnósticas y los ensayos clínicos.		
• Aplica correctamente los conceptos de la estadística descriptiva		
• Construye resúmenes estadísticos completos y pertinentes.		

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bioestadística amigable. 4ta Ed. Miguel Angel Martínez González. Elsevier. 2020.
- Bioestadística / R. Clifford Blair, Richard A. Taylor. Prentice Hall México.
- Bowers. (2019). Medical Statistics from Scratch (4th ed.). John Wiley and Sons, Incorporated.
- Brunner, Bathke, A. C., and Konietschke, F. (2019). Rank and Pseudo-Rank Procedures for Independent Observations in Factorial Designs. Springer International Publishing AG. Chan. (2018). Biostatistics for Human Genetic Epidemiology (Vol. 1082). Springer International Publishing AG.
- Chandra, Nautiyal, R., and Chandra, H. (2020). Statistical Methods and Applications in Forestry and Environmental Sciences. Springer Singapore Pte. Limited.
- Chaudhary. (2019). Introduction to Biotechnology and Biostatistics. Delve Publishing.
- Cleophas, and Zwinderman, A. H. (2018). Modern Bayesian Statistics in Clinical Research. Springer International Publishing AG.
- Dickhaus. (2018). Theory of Nonparametric Tests. Springer International Publishing AG.
- Donato, Alibrandi, S., and D'Angelo, R. (2020). Advances in Bioinformatics, Biostatistics and Omic Sciences. Bentham Science Publishers.
- Emura, and Chen, Y.-H. (2018). Analysis of Survival Data with Dependent Censoring. Springer Singapore Pte. Limited.
- Herzog, Francis, G., and Clarke, A. (2019). Understanding Statistics and Experimental Design. Springer.
- Hirsch. (2021). Introduction to Biostatistical Applications in Health Research with Microsoft Office Excel and R. John Wiley and Sons, Incorporated.
- Islam, and Al-Shiha, A. (2018). Foundations of Biostatistics. Springer.
- Khakshooy, and Chiappelli, F. (2018). Practical Biostatistics in Translational Healthcare. Springer Berlin / Heidelberg.
- Kleinke, Reinecke, J., Salfrán, D., and Spiess, M. (2020). Applied Multiple Imputation. Springer International Publishing AG.
- Mias. (2018). Mathematica for Bioinformatics. Springer International Publishing AG.
- Raposo, Ribeiro, P., Sério, S., Staiano, A., and Ciaramella, A. (2020). Computational Intelligence Methods for Bioinformatics and Biostatistics (Vol. 11925). Springer International Publishing AG.
- Schulz, and Grimes, D. A. (2018). Essential Concepts in Clinical Research. Elsevier.

- Xia, Sun, J., and Chen, D.-G. (2018). Statistical Analysis of Microbiome Data with R. Springer Singapore Pte. Limited.
- Zhao, and Chen, D.-G. (2018). New Frontiers of Biostatistics and Bioinformatics. Springer International Publishing AG.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Fenómenos de transporte

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
FENÓMENOS DE TRANSPORTE</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ecuaciones diferenciales</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Esta ACTIVIDAD ACADÉMICA comprende el uso de métodos cuantitativos para el estudio de fenómenos físicos que se presentan en contextos biológicos del área biomédica, permitiendo comprender los mecanismos de transporte en el cuerpo, así como diseñar dispositivos extracorporales y artificiales. Los fenómenos de transporte son esenciales para el funcionamiento de los seres vivos, desde el transporte de moléculas, mecánica de fluidos, hasta procesos de difusión y transporte de masa en sistemas como, p. ej., hemodializadores y oxigenadores de sangre. En esta ACTIVIDAD ACADÉMICA se estudia el transporte de momento (flujo viscoso), el transporte energético (conducción, convección y radiación) y el transporte de masa (difusión).</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica para diseñar dispositivos que involucren fenómenos físicos asociados al transporte de momento (flujo viscoso), el transporte energético (conducción, convección y radiación) y el transporte de masa (difusión).</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC7 Realiza actividades y procesos de manera rigurosa y sistemática</td><td rowspan="4">E1</td><td rowspan="4">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC9 Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC13 Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC1 Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">mC35 Comprende los conceptos fundamentales sobre la mecánica de fluidos fisiológicos, sus relaciones constitutivas, de conservación, y condiciones de contorno.</td><td>E2</td><td>RA1, RA6, RA9</td></tr>
</table>

mC78 Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Procesos de transporte en sistemas biológicos.
- Relaciones de conservación y balance de momento.
- Relaciones de conservación para el transporte de fluidos.
- Análisis de flujo fisiológico complejo.
- Transporte de masa en sistemas biológicos.
- Difusión con convección o eléctricos potenciales.
- Transferencia de calor

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Desarrolla las formas integrales para la aproximación de las ecuaciones de conservación de masa y momento lineal en sistemas biológicos,	A	• Cuestionarios • Talleres
• Aplica los conceptos de difusión, Ley de Fick, y conservación de masa para representar flujos de solutos en mezclas.	B	• Cuestionarios • Talleres
• Aplica los conceptos de conservación de la masa para soluciones diluidas para el transporte en mezclas de multicomponentes.	A	• Cuestionarios • Talleres
• Aplica los conceptos de transferencia de masa a través de membranas para procesos de hemodiálisis		• Exposición grupal
• Comprende los conceptos fundamentales sobre los procesos de transporte asociados a la difusión, convección e interacción.	A	• Cuestionarios • Talleres
• Comprende los conceptos de transporte intracelular y transcelular.	A	• Cuestionarios • Talleres
• Identifica los sistemas de transporte fisiológicos y sus funciones: cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal, hígado y riñones.	B	• Cuestionarios • Talleres
• Aplica el balance de momento para el análisis de flujo en placas y tubos cilíndricos.	B	• Cuestionarios • Talleres
• Aplica el análisis dimensional y escalar para el transporte de fluidos.	B	• Cuestionarios • Talleres

• Realiza trabajo en equipo para presentar un proyecto.		Desarrollo de proyectos
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Transport Phenomena in Biological Systems, 2nd edition. TRUSKEY, G., YUAN, F., KATZ, D.F. Pearson Prentice Hall. • Basic transport phenomena in biomedical engineering. Ronald Fournier. Taylor & Francis, USA, 2011. • Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th edition. INCROPERA, F.P, DEWITT, D, BERGMAN, T y LAVINE, A. John Wiley & Sons, 2007. • The Biomedical Engineering Handbook Volumen II		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Fisiología II

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
FISIOLOGÍA II</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Fisiología I</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Uno de los elementos centrales de la Ingeniería Biomédica es poder entender la interacción entre el mundo biológico y el mundo de la ingeniería. Además, los ingenieros biomédicos necesitan preparar sus mentes para analizar, cuantificar, crear nuevos dispositivos para resolver problemas desde el punto de vista de la ingeniería, medicina y biología. Este curso establece los conceptos básicos para comprender esa relación entre la fisiología humana y la ingeniería. El curso introduce en el estudio anatómico y fisiológico del sistema cardiovascular, hemodinamia y vasos sanguíneos, sistema linfático, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario y sistema reproductor. Al final del semestre, el estudiante podrá entender y saber lo esencial de los sistemas mencionados para adquirir las competencias necesarias para un ingeniero biomédico en el sector salud.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Proporcionar al estudiante conocimientos sobre la fisiología, su importancia en el funcionamiento de sistemas y su necesidad para el desarrollo de dispositivos biomédicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC67 Conoce los fundamentos de la fisiología y patología del cuerpo humano.</td><td>E5</td><td>RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC80 Conoce los principios electrónicos, estadísticos y fisiológicos requeridos para el diseño de instrumentos y sistemas utilizados en la adquisición, análisis, medición e interpretación de datos de los seres humanos</td><td>E6</td><td>RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC105 Conoce el funcionamiento de un organismo desde el nivel celular, tisular y sistémico y su relación con diferentes patologías.</td><td>E7</td><td>RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC24 Interpreta textos científicos para aplicarlos en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas</td><td>E2</td><td>RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC121 Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.</td><td>C1</td><td>RA4</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC140 Identifica los diferentes roles en un equipo de trabajo a partir de la dinámica presente en una situación dada.</td><td>G4</td><td>RA5</td></tr>
</table>

CONTENIDOS

- Sistema cardiovascular: estructura y función del corazón, no solo eléctrica sino también las propiedades mecánicas; y su interrelación para su correcto funcionamiento y su interacción con otros sistemas para una adecuada marcha. Laboratorio: Electrocardiografía
- Hemodinámia y vasos sanguíneos: relación entre estructura y función de los diferentes vasos sanguíneos, propiedades mecánicas de los Vasos. Enfoque de ingeniería para la presión arterial, el flujo y la resistencia. Laboratorio: Cuadro hemático y pruebas de coagulación.
- Sistema linfático. Inmunología: respuestas inmunológicas principales. Tipos de glóbulos blancos y su función principal durante la respuesta celular y humoral.
- Sistema respiratorio: Anatomía y fisiología del sistema respiratorio. factores que determinan la ventilación y la perfusión. Importancia de la estructura y función de la hemoglobina. Formas de evaluar la función pulmonar.
- Sistema Digestivo: Anatomía y fisiología del sistema digestivo. Laboratorio de anatomía del sistema digestivo. Laboratorio de fisiología del sistema digestivo.
- Sistema Urinario: Anatomía del sistema renal, fisiología del sistema urinario. Laboratorio sistema urinario.
- Sistema reproductor: anatomía del sistema reproductor, Espermatogénesis, oogénesis, anatomía y fisiología del sistema reproductor femenino, anatomía y fisiología del sistema reproductor masculino. Control hormonal en el sistema reproductor femenino y masculino. Laboratorio sistema reproductor femenino y masculino.
- Estudio de problemas de fisiología.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Estudio de casos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Comprende la estructura fundamental, el sistema conductivo y eventos mecánicos del corazón.	A	Informe escrito
Integra los conocimientos de la fisiología básica y funcionamiento de las arterias y sistema venoso con enfoque ingenieril.	A	Informe escrito
Comprende las respuestas básicas del cuerpo humano frente a lesiones o daños externos.	A	Cuestionario
Comprende la anatomía, histología y fisiología fundamentales del sistema respiratorio	A	Evaluación escrita
Comprende la anatomía y fisiología del sistema digestivo	A	Informe escrito
Comprende la anatomía y fisiología del sistema urinario	A	Informe escrito
Comprende la anatomía y fisiología del sistema reproductor femenino y masculino.	A	Informe escrito
- Reconoce las características de un problema complejo de la fisiología	A	Exposición grupal

-Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas fisiológicos. -Reconoce la importancia del trabajo en equipo, para el logro de mejores resultados personales en el área de la fisiología.		
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
Fisiología Humana. Tresguerres JAF. Mc Graw Hill 1005. Gannong WF. Fisiología Médica. 19° Edicción Manual Moderno 2004. Bases Fisiológicas de la práctica médica. Best & Taylor. Panamericana 2003. Tratado de Fisiología Humana. Guyton AC. Interamericana. 10° edicción.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICA ANALÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
• Ecuaciones diferenciales
• Electromagnetismo</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 6</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 4</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

En la formación de profesionales de Ingeniería Biomédica, existen dos áreas de énfasis que se fundamentan en la aplicación intensiva de elementos y conceptos eléctricos y de dispositivos y conceptos propios de la electrónica analógica: Instrumentación Biomédica e Ingeniería de Rehabilitación. La primera se encarga del diseño y desarrollo de tecnologías para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades y la segunda, desarrolla las tecnologías que mejoran la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad.

El desarrollo de la actividad académica Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica, se concentra principalmente en el estudio de los circuitos eléctricos y en los dispositivos y circuitos electrónicos analógicos que se utilizarán más adelante en el diseño y desarrollo de las tecnologías propias de la instrumentación biomédica e ingeniería de rehabilitación. Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a seleccionar con criterio técnico componentes eléctricos y electrónicos, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas del área de instrumentación biomédica y de la ingeniería de rehabilitación, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si un dispositivo se selecciona incorrectamente en el proceso de diseño o de mantenimiento, pueden causar daños al paciente o al operador del equipo médico.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El propósito del desarrollo de la actividad académica Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica, consiste en desarrollar competencias en el análisis de circuitos de corriente continua y corriente alterna, como también, en el diseño de sistemas electrónicos, lo que incluye la selección técnica de los diferentes dispositivos electrónicos empleados en el área de la electrónica analógica, que permitirán adquirir y procesar bioseñales del cuerpo humano requeridas en diagnóstico y tratamiento; como también en el diseño de prótesis que corrijan deficiencias y limitaciones funcionales. Se busca contribuir en la formación integral de estudiantes que sean capaces de identificar, formular y resolver problemas complejos de la ingeniería biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar el funcionamiento de los sistemas de salud.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados

mC77 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC87 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología de instrumentación biomédica	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC28 Analiza, corrige y mejora los procesos de aprendizaje que operan a partir de la reflexión permanente sobre las estrategias adoptadas y los resultados obtenidos, en términos de eficiencia y calidad.	G5	RA7
mC98 Planifica su trabajo orientado hacia propósitos, competencias y resultados de aprendizaje.		

CONTENIDOS

- Conceptos básicos.
- Leyes básicas de electricidad
- Métodos de análisis
- Teoremas de circuitos
- Capacitores e Inductores
- Circuitos de primer orden
- Circuitos de segundo orden
- Senoides y fasores
- Análisis senoidal en estado estable
- Análisis de potencia AC
- Circuitos trifásicos
- Circuitos magnéticamente acoplados
- Respuesta en frecuencia
- Transformada de Laplace y sus aplicaciones
- Series de Fourier
- Transformada de Fourier
- Introducción a los semiconductores
- Aplicaciones del diodo
- Diodos especiales
- Transistores de unión bipolar BJT
- Transistores de efecto de campo FET
- Tiristores
- Amplificador operacional
- Circuitos básicos con amplificadores operacionales
- Circuitos especiales con amplificadores operacionales
- Filtros activos
- Osciladores
- Reguladores de voltaje

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral
- Práctica de Laboratorio 1: Leyes básicas de electricidad
- Práctica de Laboratorio 2: Métodos de análisis
- Práctica de Laboratorio 3: Teoremas de circuitos, capacitores e inductores
- Práctica de Laboratorio 4: Circuitos de primer y segundo orden

- Práctica de Laboratorio 5: Senoides, Fasores y Análisis senoidal en estado estable
- Práctica de Laboratorio 6: Medición de potencia AC monofásica y trifásica
- Práctica de Laboratorio 7: Transformadores y respuesta en frecuencia
- Práctica de Laboratorio 8: Espectro de frecuencia
- Práctica de Laboratorio 9: Polarización del diodo de unión PN
- Práctica de Laboratorio 10: Rectificadores AC
- Práctica de Laboratorio 11: Transistores BJT como interruptor
- Práctica de Laboratorio 12: Transistores FET como interruptor
- Práctica de Laboratorio 13: Tiristores
- Práctica de Laboratorio 14: Amplificador operacional
- Práctica de Laboratorio 15: Amplificador de instrumentación y filtros activos
- Práctica de Laboratorio 16: Osciladores y Reguladores de Voltaje

SISTEMA DE EVALUACIÓN		
Indicadores de aprendizaje	**Ponderación***	**Estrategias de evaluación**
Domina los conceptos fundamentales de las leyes básicas de electricidad	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Aplica los conceptos fundamentales de los métodos de análisis de circuitos eléctricos		
Emplea los conceptos fundamentales de los teoremas de circuitos, capacitores e inductores		
Utiliza los conceptos fundamentales de los circuitos de primero y segundo orden		
Analiza los conceptos fundamentales de las senoides y los fasores en el análisis de estado estable		
Examina los conceptos fundamentales del análisis de potencia AC en circuitos trifásicos		
Domina los conceptos fundamentales de los circuitos acoplados magnéticamente y de la respuesta en frecuencia de los circuitos AC		
Aplica los conceptos fundamentales de las transformadas de Laplace y de Fourier en sistemas eléctricos		
Domina los conceptos fundamentales de los semiconductores		
Utiliza los conceptos fundamentales las aplicaciones de los diodos rectificadores y especiales		
Domina los conceptos fundamentales de los transistores de unión bipolar BJT		
Domina los conceptos fundamentales de los transistores de efecto de campo FET		
Aplica los conceptos fundamentales de los tiristores al controlar la potencia eléctrica		

Utiliza los conceptos fundamentales de los amplificadores operacionales al amplificar señales provenientes de sensores		
Aplica los conceptos fundamentales de los circuitos especiales con amplificadores operacionales en instrumentación industrial		
Analiza los conceptos fundamentales de los osciladores y reguladores de voltaje en sistemas electrónicos		

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

.

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Fundamentos de circuitos eléctricos. Quinta Edición. C.K Alexander. 2013, McGraw-Hill
- Dispositivos electrónicos. Octava edición. T. L. Floyd. 2008, Pearson

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Estructuras de Datos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

ESTRUCTURAS DE DATOS

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 2
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Programación
HIP: 3		HTI: 3	
Teóricas: 1	Prácticas: 2		

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las tecnologías de la información y las comunicaciones han permitido el desarrollo de una variedad de aplicaciones y software para casi cualquier actividad. Dado a la gran cantidad de datos que manejan actualmente estos desarrollos informáticos, se hace necesario conocer formas de organizarlos de manera que se puedan almacenar, extraer y utilizar de manera más ordenada, para esto existen las llamadas estructuras de datos. Dado que en la actualidad los sistemas informáticos están en todos los niveles de los servicios de salud, se hace necesario que el ingeniero biomédico conozca los diferentes tipos de estructuras que le permitirán utilizar los datos de manera óptima. Además, esta actividad académica brinda los conocimientos para conocer las técnicas para conocer la complejidad de los algoritmos, muy necesario para determinar si una solución dada es óptima o viable.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Desarrollar las competencias de los estudiantes de ingeniería biomédica para seleccionar e implementar las diferentes estructuras de datos dependiendo del objetivo planteado, así como determinar la complejidad de un algoritmo con el objetivo de definir su viabilidad.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC93 Comprende y utiliza las estructuras de datos básicas para modelar computacionalmente problemas complejos	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC94 Entiende la complejidad de los algoritmos para seleccionar las abstracciones adecuadas en la solución computacional a un problema		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista		
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Estructuras de datos lineales: pilas, listas y colas.
- Estructuras de datos no lineales: árboles y grafos.
- Análisis de algoritmos: complejidad.
- Algoritmos de búsqueda y de ordenamiento.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE		
• Conferencia • Aprendizaje basado en problemas • Proyecto final de curso		
SISTEMA DE EVALUACIÓN		
Indicadores de aprendizaje	**Ponderación***	**Estrategias de evaluación**
Utiliza estructuras de datos lineales para modelar soluciones computacionales que hacen uso de listas como abstracción básica.	A	• Evaluación escrita • Taller
Identifica la complejidad asociada a algoritmos computaciones tanto en espacio como en tiempo con el fin de seleccionar la más adecuadas para el problema a resolver.	A	• Evaluación escrita • Taller
Aplica algoritmos de búsqueda y ordenamiento que se adecuan a la naturaleza de los datos del problema a resolver.	B	• Evaluación escrita • Taller
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press)		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Ciencia de los Materiales

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
CIENCIA DE LOS MATERIALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 2</td><td rowspan="2">HTI: 4</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
En la formación de los Ingenieros Biomédicos es fundamental el conocimiento de la ciencia de los materiales, teniendo en cuenta la fabricación y desarrollo de dispositivos médicos. Esta ciencia permite, por un lado, que se reconozca la relación entre las estructuras en diversas escalas y las propiedades de los materiales. Por otro lado, la ciencia de los materiales constituye una base para que la relación mencionada se aplique a la manufactura y la aplicación de los materiales en la industria, panorama que aborda la ingeniería de los materiales. Los fundamentos de la ciencia de los materiales le permiten al estudiante conocer los diferentes tipos de materiales que se encuentran en la naturaleza y aquellos que ha desarrollado la humanidad a lo largo de la historia, explicando desde el punto de vista de sus estructuras todas las propiedades como las mecánicas, eléctricas, térmicas, entre otras. De esta manera, esta actividad académica le dará las bases al estudiante para comprender los diversos materiales utilizados en dispositivos médicos como los biomateriales, los biopolímeros, los materiales de implantes quirúrgicos, entre otros materiales de campos afines.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica que le permitan reconocer los principios que rigen la ciencia de los materiales, en particular de las relaciones de la estructura en sus diversas escalas y sus diferentes propiedades. De esta manera, el estudiante tendrá la capacidad de identificar, diseñar y seleccionar los biomateriales utilizados en los diferentes tipos de dispositivos médicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC118 Reconoce la diferencia entre la ciencia e ingeniería de los materiales</td><td rowspan="3">E8</td><td rowspan="3">RA1, RA2, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC119 Identifica los diferentes tipos de materiales y sus diferentes clasificaciones</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC106 Reconoce la importancia del uso racional de los recursos naturales y tecnológicos y la generación de materiales amigables con el medio ambiente.</td></tr>
</table>

mC113 Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.		
mC120 Reconoce la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales		
mC46 Reconoce las tecnologías actuales e identifica los nuevos desarrollos para dar soluciones a problemas en el contexto de la salud	E3	RA1, RA8, RA9
mC65 Aplica las diferentes técnicas manuales y digitales de presentación gráfica como alternativa para expresar y transmitir sus ideas	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC127 Utiliza métodos cuantitativos para solucionar problemas.	G1	RA1, RA6, RA9
mC125 Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.		
mC138 Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.	G3	RA2, RA6, RA8
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3

CONTENIDOS

- Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales.
- Clasificación de los materiales.
- Diseño y selección de materiales
- Propiedades de los materiales (mecánicas, térmicas, eléctricas, etc.).
- Introducción a los materiales de prótesis.
- Curva esfuerzo-deformación (ensayo de tracción)
- Estructura de los materiales (Fuerzas y energías de enlace)
- Estructura de los materiales (estructura cristalina).
- Técnicas de caracterización de materiales (Microscopía y DRX)

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje activo
- Lectura de textos
- Exposiciones grupales
- Lectura de textos
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Identifica la tecnología actual en ingeniería de materiales para aplicarlos en el contexto de la salud	B	Participación en debate

• Elabora un gráfico que representa la curva esfuerzo-deformación	A	Talleres
• Identifica los aspectos estudiados por la ciencia y la ingeniería de materiales	B	Pruebas orales
• Distingue las características de cada tipo de material	A	Exposiciones grupales
• Conoce los criterios técnicos, ambientales y sociales para la selección de los materiales	A	Participación en debate
• Identifica las características de las estructuras cristalinas y su efecto en las propiedades de los materiales	A	Taller
• Identifica las propiedades mecánicas de un material a partir de su curva esfuerzo-deformación	B	Cuestionario
• Domina la comunicación escrita utilizando el lenguaje propio de la ciencia e ingeniería de materiales	B	Informe escrito
• Aplica el pensamiento crítico a la información y fuente utilizadas	A	Informe escrito

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Callister, W. D., and Rethwisch, D. G. (2018). Materials science and engineering: an introduction (Vol. 9). New York: Wiley.
- Askeland, D. R., and Wright, W. J. (2016). The Science and Engineering of Materials. Cengage Learning.
- MBA Surgical Empowering, Tipos de prótesis de cadera, https://www.mba.eu/blog/tipos-de-protesis-de-cadera/
- Penagos, J. I. C. (2013). Caracterización de materiales a través de medidas de microscopía electrónica de barrido (SEM). Elementos, 3(3), 133-146.
- Jiménez, J. A. (2018). Aplicación de la difracción de Rayos-X a la caracterización de materiales cristalinos.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Universidad Industrial de Santander

QUINTO SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Gestión Tecnológica Hospitalaria

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
GESTIÓN TECNOLÓGICA HOSPITALARIA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas:2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La gestión tecnológica hospitalaria comprende todas las actividades relacionadas con la planificación, la adquisición, el mantenimiento y la disposición final de la tecnología utilizada en ambientes clínicos. Dentro de la definición de tecnología se pueden incluir los sistemas informáticos, equipos médicos y de laboratorio e infraestructura. Es importante para el ingeniero biomédico tener las herramientas que le permitan gestionar todos estos sistemas de forma ágil y efectiva, optimizando los recursos a la vez que mejora el funcionamiento de los sistemas de salud. Estos conocimientos los podrá aplicar en diferentes enfoques profesionales ya que la gestión tecnológica tiene un amplio espectro de aplicación incluyendo el ámbito gerencial, técnico y comercial.

Además, la tecnología biomédica evoluciona rápidamente por lo que se hace necesario que el ingeniero adopte estrategias de aprendizaje que le permitan estar actualizado tanto en los desarrollos tecnológicos como en las necesidades, ventajas y limitaciones de su contexto social, para saber cómo integrarlos de la mejor manera.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Desarrollar capacidades en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica que les permitan formular y ejecutar planes para la adquisición, mantenimiento y disposición final de la tecnología en los servicios de salud, así como proporcionarle estrategias de aprendizaje que le ayuden a permanecer actualizado en términos de tecnología biomédica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC60 Analiza las principales características de un dispositivo médico para clasificarlo de acuerdo a su aplicación y riesgo</td><td rowspan="3">E4</td><td rowspan="3">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC56 Planificar, gestiona y supervisa la compra, instalación y el mantenimiento de dispositivos, equipos, sistemas e infraestructura clínica con criterios de calidad, seguridad, oportunidad, racionalidad, sostenibilidad, eficacia y eficiencia.</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC53 Toma decisiones informadas acerca de la operación de los sistemas de prestación de servicios de salud a partir de la gestión de la información del contexto</td></tr>
</table>

mC59 Aplica estrategias para identificar, evaluar, gestionar y divulgar oportunamente la información sobre incidentes y eventos adversos por el uso de dispositivos médicos.		
mC4 Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC43 Aplica los principios de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y vigilancia competitiva, para la gestión de información que alimente las estrategias de las organizaciones en las que participa.	E3	RA1, RA8, RA9
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Nomenclatura y clasificación de los dispositivos médicos
- Actividades de la gestión tecnológica: Identificación
- Actividades de la gestión tecnológica: Selección
- Actividades de la gestión tecnológica: Adquisición
- Actividades de la gestión tecnológica: Mantenimiento
- Actividades de la gestión tecnológica: Explotación
- Actividades de la gestión tecnológica: Disposición
- Normatividad y regulación colombiana
- Herramientas de la gestión tecnológica
- Tecnovigilancia

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Lectura de textos
- Conferencia
- Estudio de caso
- Sesión magistral
- Aprendizaje basado en problemas
- Sesiones prácticas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Identifica aspectos claves de la legislación colombiana relacionada con la gestión tecnológica hospitalaria	B	Taller
Utiliza diferentes herramientas de gestión tecnológica aplicadas a servicios de salud	B	Exposición grupal
Domina los términos técnicos usados para nombrar y clasificar dispositivos médicos	B	Taller
Utiliza diferentes estrategias para identificar la necesidad de dispositivos médicos en un servicio de salud	B	Prueba escrita

Contrasta las características de los dispositivos médicos con las necesidades establecidas para realizar la selección más apropiada	A	
Utiliza diferentes estrategias para realizar el análisis y toma de decisión respecto de la adquisición de un dispositivo médico	A	
Interpreta la información relevante para formular, ejecutar y evaluar planes de mantenimiento de dispositivos médicos	A	
Explica las estrategias para el uso apropiado de los dispositivos médicos	A	
Integra información clave para determinar el tiempo de vida útil de los dispositivos médicos y el procedimiento a seguir para su disposición final	A	
Ejecuta el procedimiento establecido para realizar reportes de tecnovigilancia	A	Taller
Formula y documenta un plan de gestión tecnológica para un servicio médico específico	B	Elaboración de informes
Realiza informes escritos de experiencias prácticas	B	
Realiza trabajo en equipo para presentar un tema	B	Exposición grupal
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Gestión tecnológica Hospitalaria: Un enfoque sistémico. Antonio Miguel Cruz. Universidad del Rosario. 2010. • Guías de gestión tecnológica Organización mundial de la salud. • Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos. Organización Mundial de la Salud. 2012. • Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Organización Mundial de la Salud. 2012. • Retirada de servicio de los dispositivos médicos. Organización Mundial de la Salud. 2012.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Diseño de Sistemas Digitales y Embebidos

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES Y EMBEBIDOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Programación</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas: 3</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
El proceso de diseño aplicado a los sistemas digitales permite solucionar un problema específico aprovechando las mejores características del hardware y del software de un sistema de cómputo, optimizando factores críticos del sistema como tiempo de diseño, consumo de potencia, desempeño, etc. El curso de electrónica digital y diseño con sistemas Embebidos busca reunir un equipo de estudiantes con habilidades en el desarrollo de software y en la implementación de hardware digital para la solución de problemas completos mediante codiseño.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
La actividad académica tiene como propósito ofrecer el marco conceptual y experiencias de aprendizaje que permitan al estudiante definir, analizar, diseñar y describir un sistema digital, así como analizar circuitos digitales y utilizar software de apoyo al diseño de sistemas digitales. Además, el estudiante estará en la capacidad de Instalar, configurar y utilizar herramientas para el desarrollo de sistemas embebidos como compiladores cruzados y librerías.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC9 Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica</td><td rowspan="3">E1</td><td colspan="2" rowspan="3">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td>mC11 Aplica las metodologías y estándares adecuados para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, según el alcance y el contexto</td></tr>
<tr><td>mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño</td></tr>
<tr><td>mC77 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.</td><td>E5</td><td colspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC87 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología de instrumentación biomédica</td><td>E6</td><td colspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC77 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.</td><td>E5</td><td colspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
</table>

mC87 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología de instrumentación biomédica	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC110 Conoce las principales variables que determinan o describen la composición, estructura, propiedades, síntesis o procesado de los principales biomateriales y sus compuestos.	E8	RA1, RA2, RA8
mC125 Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.	G1	RA1, RA6, RA9
mC126 Representa la información cuantitativa de diversas formas.		
mC127 Utiliza métodos cuantitativos para solucionar problemas.		
mC128 Realiza estimaciones para establecer la racionalidad de las soluciones propuestas a problemas cuantitativos.		

CONTENIDOS

- Representación digital de los datos. Circuitos lógicos combinacionales.
- Definición de co-diseño, sistemas embebidos, tareas hardware y software. Glitchs, FSM sin glitchs. Medidas de desempeño.
- Datapath y máquinas de estado (FSM), Diagramas ASM, RTL, instrucciones RTL
- Proyecto de la asignatura

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia.
- Clase Magistral
- Mentorías
- Aprendizaje basado en proyectos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Selecciona adecuadamente una codificación para representarla.	A	• Evaluación escrita
Reconoce que un circuito es combinacional.	A	
Sintetiza el circuito correspondiente a partir de la tabla de verdad.	A	
Propone una solución, en la cual pueden existir componentes tanto combinacionales como secuenciales.	A	
Realiza descripciones de hardware ordenadas y coherentemente con un diseño o diagrama de bloques.	A	• Resolución de Problemas • Evaluación escrita
Aplica la metodología de co-diseño en la solución de problemas mediante sistemas embebidos.	A	
Mide el desempeño de un sistema digital calculando o estimando su rendimiento y latencia.	A	
Diferencia el datapath y la FSM en un procesador de propósito específico.	A	

Entiende los conceptos asociados con instrucciones RTL en un datapath.	A	
Interpreta y es capaz de generar representaciones ASM de FSMs y de FSMD.	A	
Es capaz de plantear una solución basada en un diagrama ASM para la solución de un problema.	A	
Propone una solución a un problema de diseño digital.	B	• Proyecto de clase • Trabajo colaborativo
Evalúa las características de su solución a partir de las medidas de desempeño.	B	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Tocci, Widmer, Moss, Sistemas Digitales, Principios y Aplicaciones Pearson. Prentice Hall,2007 10ª. Ed. • Wakerly, Jhon, Digital Design Principles And Practices, Prentice Hall, 2000. • HARRIS David, Digital Design and Computer Architecture,Morgan Kauffman.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Bases de Datos

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BASES DE DATOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Estructura de datos</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
En el campo de la ingeniería biomédica, los datos son fundamentales para el diseño y desarrollo de dispositivos y sistemas que mejoran la calidad de vida de las personas. Por esta razón, un curso de bases de datos es esencial en el programa académico de ingeniería biomédica. Los estudiantes deben aprender a crear, gestionar y manipular bases de datos para diseñar sistemas precisos, seguros y eficientes. Además, el conocimiento en bases de datos permite realizar análisis de datos y generar información útil para la toma de decisiones clínicas y la mejora de los tratamientos médicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El propósito de esta actividad académica es preparar a los estudiantes de ingeniería biomédica para tener un soporte basado en datos para diseñar sistemas y dispositivos médicos avanzados. Los estudiantes aprenderán a crear, gestionar y manipular bases de datos con el fin de obtener información relevante y útil para la toma de decisiones clínicas y la mejora de los tratamientos médicos. Al final del curso, los estudiantes estarán equipados con las habilidades necesarias para aplicar los conceptos de bases de datos en la ingeniería biomédica y hacer contribuciones significativas en el campo de la salud.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC52 Comprende la noción de bases de datos y la importancia de la persistencia de los mismo para cualquier sistema software</td><td rowspan="5">E7</td><td rowspan="5">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC82 Utiliza las abstracciones del modelo entidad-relación para modelar relaciones entre conceptos que deben persistir en una base de datos relacional.</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC85 Utiliza el modelo relacional para representar las abstracciones de datos en forma de tablas y relaciones que permitan almacenar la información</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC102 Comprende y utiliza el lenguaje de definición de datos (DDL) para crear las tablas y relaciones que forman parte de una base de datos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC111 Comprende y utiliza el lenguaje de manipulación (DML) de datos para crear, actualizar y eliminar datos de una base de datos.</td></tr>
</table>

mC123 Comprende y utiliza el lenguaje de consulta de datos SQL para consultar los datos almacenados en forma de tablas y relaciones en una base de datos		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC137 Determina la información faltante o no confiable al analizar una situación.	G3	RA2, RA6, RA8
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Noción de base de datos y persistencia
- Modelo Entidad Relación
- Modelo Relacional
- Lenguaje de definición de datos
- Lenguaje de manipulación de datos
- Consulta en base de datos con SQL
- Proyecto final

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Identifica la importancia de las bases de datos en el quehacer del ingeniero biomédico.	A	Evaluación escrita Taller
Crea modelos entidad relación de complejidad baja a media	A	
Crea modelos relacionales de complejidad baja a media	A	
Crea bases de datos relacionales a partir de un modelo relacional utilizando los elementos de lenguaje de definición de datos DDL	A	
Crea, modifica y elimina datos de bases de datos relacionales utilizando los elementos de lenguaje de manipulación de datos DDL	A	
Realiza consultas de complejidad baja o media en una base de datos con una Estructura de al menos 6 entidades	A	
Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	A	Presentación de informe escrito Presentación oral de resultados
Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales	B	

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.
BIBLIOGRAFÍA:
● Bases de dades - Sistac, J. (coord.), UOC, 2005. ISBN: 8497883349 ● Database systems: the complete book - Garcia-Molina, H.; Ullman, J.D.; Widom, J, Pearson Education, 2009. ISBN: 9780131873254 ● Database management systems - Ramakrishnan, R.; Gehrke, J, McGraw-Hill Higher Education, 2003. ISBN: 0071151109 ● Encyclopedia of database systems - Liu, L.; Özsu, M.T. (eds.), Springer , 2009. ISBN: 9780387399409 ● Fundamentals of database systems - Elmasri, R.; Navathe, S.B, Pearson Education Limited , 2016. ISBN: 9781292097626

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Biomateriales

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BIOMATERIALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
• Ciencia de los materiales
• Bioquímica</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 0</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Los biomateriales son materiales naturales y/o sintéticos utilizados para tratar, mejorar, reparar o reemplazar tejidos o funciones biológicas dañadas. Actualmente, los biomateriales juegan un papel fundamental en el campo de la medicina, ya que ofrecen alternativas efectivas para la creación de dispositivos médicos para la prevención, diagnóstico y tratamiento de lesiones o enfermedades. El desarrollo de biomateriales es un campo interdisciplinar que combina diversas áreas de las ciencias básicas como la biología, la física, la química, y la ciencia de los materiales, además de ramas de la ingeniería como termodinámica y fenómenos de transporte, entre otras. El propósito de este curso es presentar a los estudiantes una introducción a los biomateriales, incluyendo las generalidades y propiedades de los materiales metálicos, poliméricos y cerámicos que pertenecen a esta familia, así como también sus ventajas y limitaciones en las aplicaciones biomédicas actuales. Adicionalmente, se discuten las diversas técnicas de caracterización de biomateriales, así como su interacción con sistemas biológicos. Mediante la discusión de aplicaciones actuales, se busca despertar el interés del estudiante en la implementación de los biomateriales para la fabricación de dispositivos biomédicos en general.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica para relacionar la estructura y propiedades de los biomateriales metálicos, poliméricos y cerámicos con sus aplicaciones en el diseño de dispositivos biomédicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC109 Interpreta información técnica de los materiales a partir de los cuales están elaborados los dispositivos y equipos biomédicos.</td><td rowspan="2">E8</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA2, RA8</td></tr>
<tr><td>mC110 Conoce las principales variables que determinan o describen la composición, estructura, propiedades, síntesis o procesado de los principales biomateriales y sus compuestos.</td></tr>
<tr><td>mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.</td><td>G2</td><td colspan="2">RA1, RA3, RA5</td></tr>
</table>

mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	G3	RA2, RA6, RA8

CONTENIDOS

- Historia de los biomateriales.
- Introducción y generalidades de los biomateriales. Magnitud e impacto actual.
- Tipos de biomateriales.
- Propiedades mecánicas, electroquímicas y superficiales de los biomateriales.
- Principios básicos y estructura de biomateriales metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos.
- Modificación fisicoquímica de la superficie de materiales usados en medicina.
- Técnicas de caracterización de los biomateriales.
- Relación entre la composición química y el comportamiento físico de los biomateriales.
- Interacción célula-biomaterial.
- Aplicaciones clínicas de los biomateriales.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas
- Exposiciones grupales
- Debate
- Aprendizaje colaborativo

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Clasifica los diferentes tipos de biomateriales, teniendo en cuenta sus características mecánicas y fisicoquímicas para aplicaciones biomédicas.	A	Talleres
Explica los principios que gobiernan el comportamiento de los biomateriales, a partir de la estructura atómica, los enlaces interatómicos y la organización cristalina y amorfa, para determinar su aplicación.	A	Cuestionarios Talleres
Relaciona la estructura y propiedades mecánicas de los metales, polímeros y cerámicos con sus ventajas y limitaciones al aplicarse en el diseño y desarrollo de dispositivos biomédicos.	A	Talleres
Identifica los fundamentos prácticos de la caracterización de un biomaterial, los cuales permiten establecer su comportamiento mecánico, biodegradable y biocompatible.	B	Cuestionarios Talleres

Examina literatura científica mediante la búsqueda de información en bases de datos, dirigida a una actualización continua en el área de los biomateriales.	C	Proyecto de Investigación: reporte escrito y presentación
Usa el lenguaje escrito para elaborar un reporte, cumpliendo normas gramaticales y ortográficas.	A	Proyecto de Investigación: reporte escrito y presentación
Presenta para un rango amplio de audiencias, usando el lenguaje corporal y las habilidades de expresión oral apropiadas para mantener la atención de la audiencia.	A	Proyecto de Investigación: reporte escrito y presentación
Relaciona los avances tecnológicos en el área de los biomateriales para lograr una implementación de estos en el desarrollo de nuevos dispositivos y alternativas terapéuticas.	B	Proyecto de Investigación Talleres
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. William R. Wagner, Guigen Zhang, Shelly E. Sakiyama-Elbert, and Michael J. Yaszemski. Fourth Edition, Elsevier, Academic Press, 2020. • Introduction to Biomaterials: Basic Theory with Engineering Applications. C. Mauli Agrawal, Joo L. Ong, Mark R. Appleford, and Gopinath Mani. Cambridge, University Press, 2014.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Gestión de Proyectos

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
GESTIÓN DE PROYECTOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 5</td><td rowspan="2">HTI: 4</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 3</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
En cualquier área de desempeño del ingeniero biomédico la formulación, gestión y evaluación de proyectos es fundamental para concebir la forma en que se pueden concretar las iniciativas para la resolución de problemas en la atención de la salud humana o el aprovechamiento de oportunidades específicas, en organizaciones públicas y privadas, que conlleve al logro de los objetivos planteados en el tiempo indicado y con un uso racional de recursos.
La atención de estas restricciones de tiempo y recursos que surgen de las variables sociales, económicas, políticas y legales del entorno así como de los aspectos internos propios de las organizaciones en las cuales se llevan a cabo los proyectos, tales como su estructura, las expectativas de los interesados, y aspectos financieros hace indispensable que el ingeniero biomédico conozca e implemente las metodologías y estrategias propias de cada etapa de los proyectos, desde su preparación, pasando por la ejecución, supervisión y control hasta su cierre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
En el campo de la Ingeniería Biomédica, el concepto de proyecto y resolución de problemas está ligado al de innovación, interdisciplinariedad y complejidad, ya que la atención de la salud humana demanda nuevas formas de acción mediante la integración de diversos saberes y disciplinas, por lo cual el propósito de esta actividad académica es que el estudiante desarrolle competencias para utilizar metodologías que integren conocimientos, técnicas y herramientas para definir, diseñar, planificar, implementar y cerrar las diferentes actividades que componen los proyectos de diversos tipos, empresariales, de ingeniería e innovación que transformen las ideas en soluciones que mejoren la calidad de vida de los seres humanos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC11 Aplica las metodologías y estándares adecuados para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, según el alcance y el contexto</td><td rowspan="2">E1</td><td rowspan="2">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño</td></tr>
</table>

mC13 Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.		
mC14 Identifica restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y las relativas a la salud humana para formular especificaciones de diseño, proponer alternativas de solución y seleccionar más adecuada.		
mC16 Ejecuta y controla proyectos de ingeniería, considerando las restricciones para la solución de problemas de la salud humana, identificando los recursos necesarios, la factibilidad técnica, económica, social y ambiental bajo consideraciones de calidad, eficiencia y seguridad.		
mC8 Comprende las variables tecnológicas, económicas, sociales y legales que configuran el sistema de salud.		
mC122 Actúa de manera autónoma de acuerdo con la información que obtiene de los problemas de su entorno.	C1	RA4
mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial	G2	RA1, RA3, RA5
mC138 Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.	G3	RA2, RA6, RA8
mC143 Asume roles tanto de liderazgo como de soporte y apoyo en equipos de trabajo.	G4	RA5
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.		

CONTENIDOS

- Fundamentos de los proyectos.
- Planeación estratégica de los proyectos
- Definición y planeación del proyecto
- Evaluación de la factibilidad de un proyecto
- Ejecución y control del proyecto
- Evaluación y cierre del proyecto

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Estudio y resolución de casos
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Explica cómo el proyecto y las diferentes tipologías de proyectos contribuyen a la solución de problemáticas de la organización sanitaria	B	Formativa Diagnóstica y sumativa Presentación oral

Utiliza herramientas para el análisis diagnóstico y prospectivo del macro y micro entorno de la organización sanitaria que afecta el desarrollo de sus proyectos	B	Formativa Diagnóstica y sumativa Desarrollo de proyectos en grupos con presentación
Define el proyecto de ingeniería biomédica estableciendo un problema pertinente y actual y su alcance, actividades y recursos para su desarrollo	A	
Analiza y valora el impacto económico, social, medioambiental y en salud del proyecto	A	
Analiza la factibilidad científica, técnica, socioeconómica y de mercado	A	
Aplica las técnicas y herramientas adecuadas en la ejecución y control del proyecto identificando factores que puedan alterar su desarrollo	A	
Utiliza técnicas y herramientas para la evaluación de los resultados del proyecto y la definición del cierre del mismo.	A	
Presenta un reporte de la actividad desarrollada	B	
Trabaja colaborativamente para el logro de los objetivos	B	

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- ARBOLEDA, German. Proyectos - Identificación Formulación evaluación y gerencia- Editorial Alfaomega. 2013
- Jesús. Fundamentos para la formulación y evaluación de proyectos. México: Grupo Vanchri, 2014.
- ANGULO, LUIS. Project 2013. Empresa Editora Macro, México. 2007

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Lengua Extranjera IV: inglés

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
LENGUA EXTRANJERA IV: INGLÉS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Haber aprobado Lengua Extranjera III o tener certificación de nivel B1con una prueba estandarizada.</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td>HTI: 2</td></tr>
<tr><td>Teóricas:4</td><td>Prácticas:0</td><td></td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

En concordancia con la misión de la Universidad Industrial de Santander y el Modelo Pedagógico Institucional, se consolida la intención de internacionalizar la propuesta curricular, lo que implica necesariamente el desarrollo de competencias plurilingües e interculturales que habiliten a los miembros de la comunidad para relacionarse e interactuar con sus pares a nivel mundial. Así, se define el plurilingüismo y la multiculturalidad como una oportunidad formativa que contribuye a la consolidación de la visión institucional, desde el componente de formación integral de una comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, a la colaboración académica internacional y a la ubicación de nuestra identidad nacional en el contexto social y cultural de la aldea global.

En consecuencia, la Universidad Industrial de Santander define que, para obtener el grado, los estudiantes de programas de nivel profesional tendrán que alcanzar un nivel superior a B1 en inglés según el Marco Común Europeo de Referencia. Para lograrlo, podrán matricular tres (3) cursos de dos (2) créditos académicos cada uno, ofrecidos por la Universidad, hasta que haya cumplido con el 60% de los créditos académicos definidos en su plan de estudio o validar el nivel de lengua, mediante prueba estandarizada. Una vez el estudiante demuestra que alcanzó el nivel B1, tendrá la oportunidad de realizar un curso que eleve su nivel de competencia a B1+, equivalente a dos (2) créditos académicos, que harán parte del 40% de créditos académicos restantes en su plan de estudio. Al final, el estudiante presentará la prueba de certificación de competencia de nivel B1+, cuyo resultado constituye evidencia de cumplimiento del requisito de egreso.

La actividad académica de **Lengua Extrajera IV: inglés** está estructurada según el Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas y permitirá al estudiante tener una comprensión oral y escrita de temas familiares o de su especialidad a un punto en el que pueda reconocer detalles y generalidades y distinguir las intenciones de los hablantes para así, poder expresarse con cierta fluidez y precisión cuando se involucra en conversaciones, hace una presentación o escribe un texto.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

A través de esta actividad académica los estudiantes tendrán la oportunidad de entablar conversaciones espontáneamente, así como también dirigirse a un público para presentar un tema que hayan preparado con anticipación. Los espacios de interacción permitirán que usen una gama de vocabulario y expresiones más amplia pero sencilla, y que incorporen estructuras narrativas variadas para fortalecer los argumentos. La autonomía con su proceso y el trabajo colaborativo seguirán siendo parte de la clase, así como el uso de herramientas virtuales para la práctica.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3
mC147 Interactúa en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina, utilizando el idioma inglés.		
mC148 Produce textos coherentes en inglés sobre temas que son de interés personal y general.		

CONTENIDOS

Comunicativos (pragmáticos)	Comunicativos (lingüísticos-gramaticales)
• Diferenciar hechos y opiniones. • Hablar sobre temas comunes. • Ofrecer una opinión y argumentos. • Mantener una discusión. • Responder a ideas y sugerencias. • Responde preguntas fácticas. • Dar explicaciones para opiniones, planes y acciones • Expresar esperanza • Hacer predicciones. • Dar una charla. • Resumir textos. • Comparar y contrastar • Reportar opiniones de otros • Escribir ensayos estructurados • Narrar historias • Escribir mensajes de simpatía, • Emitir una queja o hacer una solicitud. • Tomar notas durante una charla. • Describir hechos reales o hipotéticos.	Narrative tenses. Future forms Conditional sentences. Reported speech -ed/ing adjectives The passive Polite requests Will and shall for instant responses Relative clauses Modals
Comunicativos (lingüísticos-lexicales)	**Socioculturales**
Linking words Vocabulary and fixed expressions Connectors Adverbs for telling stories	Making social arrangements Society and changes Life abroad People in history

Comparative and superlatives adjectives Verbs phrases. Numbers and statistics	Dealing with problems Messages with a specific purpose

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología abarca el enfoque comunicativo de amplio espectro apoyado con el aprendizaje por tareas y basados en proyectos; armoniza con la mediación tecnológica y fortalece los principios de autonomía y de trabajo cooperativo.

- ***Estrategias de Enseñanza***

- Actividades de interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor en contextos significativos, orientadas al desarrollo de la habilidad oral comprensiva y productiva.
- Práctica guiada mediante la realización de actividades previstas en el libro texto o adaptadas de otros textos.
- Implementación de recursos digitales relacionados con temas de clase.
- Ejercicios de comprensión de material auténtico y didáctico para el desarrollo de las habilidades de comprensión.
- Ejercicios de producción de textos orales y escritos de situaciones significativas orientadas al desarrollo de las habilidades productivas del idioma.
- Actividades interactivas que generen reflexión y opinión sobre los aspectos culturales propios y de otros.
- Ejercicios de consolidación de vocabulario y estructuras gramaticales para el desarrollo de las habilidades comprensivas y productivas del idioma.
- Utilización de conocimientos previos, experiencias, actitudes y creencias, que ayudan a hacer la nueva información más significativa.

✓ Realimentación del proceso.

✓ Actividades que involucren el uso de la tecnología como medio de enseñanza, comunicación, desarrollo de la creatividad y del aprendizaje autónomo.

- ***Estrategias de Aprendizaje***

De producción:	De Comprensión:
• Dirigirse a un público (discursos en reuniones públicas, conferencias universitarias, sermones, espectáculos, comentarios deportivos, presentaciones de ventas, etc.). • Leer en voz alta un texto escrito. • Hablar apoyándose en notas, en un texto escrito o en elementos visuales (esquemas, imágenes, gráficos, etc.). • Representar un papel ensayado. • Hablar espontáneamente. • Grabación de su propio registro de voz. • Completar formularios. • Producir carteles para exponer. • Tomar notas para usarlas como referencias futuras. • Tomar mensajes al dictado, etc. • Escribir de forma creativa e imaginativa; • Escribir cartas personales.	• Escuchar declaraciones públicas (información, instrucciones, avisos, etc.); • Escuchar medios de comunicación (radio, televisión, grabaciones, cine); • Escuchar conversaciones por casualidad, etc. • Lectura de orientación general, lectura orientada a detectar información específica, lectura de información, lectura de instrucciones, lectura de entretenimiento.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
• Distinguir entre hechos y opiniones en relación con temas comunes. • Distinguir entre diferentes puntos de vista en una discusión o presentación. • Distinguir entre ideas principales y detalles de apoyo en textos familiares y estándar • relacionados con su trabajo. • Comprender, en general, los detalles de eventos, sentimientos y deseos en cartas, correos • electrónicos y publicaciones en línea. • Seguir una conversación cotidiana o una entrevista informal sobre temas comunes. • Seguir la secuencia cronológica en un texto estructurado formal. • Identificar puntos y argumentos significativos en artículos de periódicos sencillos sobre temas • familiares. • Plantear su opinión sobre los problemas y las soluciones que se discuten en una • conversación informal.	A	• Classwork • Quizzes • Examen

• Utilizar un repertorio básico de estrategias de conversación para mantener una discusión. • Responder a ideas y sugerencias en discusiones informales. • Responder preguntas fácticas simples sobre una presentación que han dado. • Dar brevemente razones y explicaciones para opiniones, planes y acciones • Expresar esperanzas para el futuro utilizando una gama de expresiones fijas. • Dar una charla o presentación corta y ensayada sobre un tema familiar. • Escribir una simple reseña de una película, libro o programa de televisión utilizando una • gama limitada de lenguaje. • Comparar y contrastar alternativas sobre qué hacer, a dónde ir, etc • Reportar las opiniones de otros, usando un lenguaje simple. • Escribir ensayos estructurados simples, organizando ideas básicas.		

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- CUNNINGHAM, S. & MOOR, P. Cutting Edge Elementary Third Edition. Longman. Harlow, UK, 2013.
- Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas [en línea]. [Strasbourg: Consejo de Europa], 2001.http://es.wilkipedia.org/wiki/Marco-com%C3%BAn-europeo-de-referencia-para-las-lenguas [Consulta: 20 febrero 2017].
- Global Scale of English. Teachers' tool kit learning objectives. 2018. Recuperado de: https://www.pearson.com/english/about/gse.html.
- Soars, J. & Soars, L (2003) New Headway Intermediate Third Edition. Oxford. New York, USA.

Other Language Series available at the Resource Center of the Institute.

Listening

- http://esl.about.com/blgrammar.htm
- http://www.npr.org
- www.esl-lab.com
- http://www.learnoutloud.com/Podcast-Directory/History/Speeches/Yale-University-Podcast/22915
- www.youtube.com

- http://home.earthlink.net/~eslstudent/listen/easy.html

Reading

- www.thesaurus.com
- http://www.esl-lounge.com/student/reading/3r1-learn-english-reading.php
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Writing

- owl.english.purdue.edu
- http://www.rsts.net/edulinks/english.html

Pronunciation

- http://international.ouc.bc.ca/pronunciation
- http://www.fonetiks.org

Grammar

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.eslgames.com
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.eslpartyland.com/quiz%20center/quiz.htm
- www.cambridgeenglish.org/exams/first/preparation
- www.manythings.org

Vocabulary

- www.eslcafe.com
- http://iteslj.org/quizzes
- www.learn-english-today.com/idioms/idioms_proverbs.html
- www.bbc.co.uk/education/wordsandpictures

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Universidad Industrial de Santander

SEXTO SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS



INGENIERÍA BIOMÉDICA

Biomecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

BIOMECÁNICA

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS: Ciencia de los materiales
HIP: 4		HTI: 5	
Teóricas: 2	Prácticas:2		

JUSTIFICACIÓN

La tendencia actual a la interdisciplinariedad como método para aumentar el impacto y hacer más eficientes las actividades en ingeniería ha llevado a unir campos del saber que antes eran completamente separados. La biomecánica es una disciplina que tiene como objetivo comprender mejor el funcionamiento del sistema músculo esquelético con el propósito de desarrollar métodos para prevenir problemas o para mejorar los tratamientos de los pacientes. La biomecánica plantea la aplicación de la mecánica clásica a los sistemas biológicos. Los principios de la estática son utilizados en músculos y articulaciones, los de la dinámica a la biomecánica deportiva y la mecánica de los cuerpos deformables al hueso, tejidos blandos e implantes. En ella se caracterizan materiales biológicos, se usan métodos computacionales para simular sistemas reales, se desarrollan implantes y prótesis, y se ayuda a mejorar el rendimiento de los deportistas mediante el estudio y optimización de movimientos.

La actividad académica está diseñada para formar al estudiante en la descripción de la terminología y los conceptos básicos en biomecánica, le permitirá tener una visión más amplia de la Ingeniería Biomédica puesto que realiza una mirada interdisciplinaria a las temáticas y, por tanto, conduce hacia otros campos del saber tales como la robótica. Asimismo, este curso les dará la oportunidad a los egresados a incursionar en la investigación y aportará al desarrollo de competencias para liderar compañías de manufactura de prótesis e implantes médicos.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Suministrar al estudiante conocimientos básicos en anatomía y biomateriales de tal manera que entiendan el funcionamiento y la estructura de los órganos y la relación de éstos con el comportamiento mecánico. Lograr que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en mecánica de materiales y dinámica, a la solución de problemas que involucren sistemas biológicos, en especial el sistema musculoesquelético. Aportar a la formación de profesionales idóneos con competencias para liderar industrias en la fabricación de equipos médicos, análisis de movimiento, rehabilitación, de implantes, de prótesis, entre otros.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC76 Asocia la relación entre estructura y función en tejidos músculo esqueléticos con el propósito de estudiar su comportamiento mecánico considerando los principios de la mecánica de materiales.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9

mC78 Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.		
mC67 Conoce los fundamentos de la fisiología y patología del cuerpo humano.		
mC7 Realiza actividades y procesos de manera rigurosa y sistemática	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC9 Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica		
mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño		
mC13 Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.		
mC17 Identifica las principales articulaciones humanas junto con los principales huesos, ligamentos y músculos que la componen, así como su localización anatómica		
mC1 Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos		
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Biomecánica del cartílago articular.
- Biomecánica de tendones y ligamentos.
- Biomecánica de miembro superior.
- Biomecánica de miembro inferior.
- Equilibrio estático en el sistema osteomuscular.
- Músculos, modelos y movimiento del sistema osteomuscular

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Relaciona la función de los tejidos blandos, su estructura y el comportamiento mecánico.	A	• Trabajo colaborativo • Desarrollo de proyectos
Identifica las partes en una articulación y su función en el sistema musculoesquelético	A	
Identifica los sistemas de fuerzas y momentos a los cuales está sometida la articulación humana.	A	
Resuelve las ecuaciones de equilibrio para determinar las fuerzas internas en el sistema osteomuscular	A	

Desarrolla modelos simplificados de la dinámica del movimiento del sistema osteomuscular	A	
Comprende los conceptos fundamentales sobre la mecánica de tejidos óseos.	A	• Cuestionarios • Talleres
Comprende los conceptos fundamentales sobre la mecánica de tejidos cartilaginosos.	B	• Talleres
Comprende los conceptos fundamentales sobre la mecánica de tejidos constitutivos de tendones y ligamentos.	B	• Exposiciones grupales
Realiza trabajo en equipo para presentar un proyecto.	A	• Desarrollo de proyectos
Explica la adaptación de los materiales biológicos debido al ejercicio físico, el desuso y el envejecimiento.		
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Basic Biomechanics. Fifth Edition. HALL, S.J. McGraw-Hill, Inc. 2006. • Biomechanics. Principles and Applications. PETERSON, D.R., Bronzino, J. D. CRC Press Taylor & Francis Group. 2015. • Orthopedic Biomechanics. First Edition. WINKELSTEIN, B.A. CRC Press Taylor & Francis Group. 2013. • Biomechanics of the Musculo-skeletal System. Third Edition. NIGG, B.M., Herzog, W. John Wiley & Sons, Inc. 2007. • Research Methods in Biomechanics. Second Edition. GORDON, E., Robertson, B. Human Kinetics, 2014.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Procesamiento de Señales Multidimensionales

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
PROCESAMIENTO DE SEÑALES MULTIDIMENSIONALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Diseño de sistemas digitales y embebidos</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
This course aims at making the student expand her/his knowledge to multidimensional signals and systems. Muldimiensional signals are very common in the medical community, ranging from images of the human body to videos of the function of different organs. Images and video have been used for diagnosis of different illness as well as for guidence during invasive procedures.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
The course covers fundamental methods for the processing and analysis of images and signals of more than one variable and describes standard and modern techniques for the understanding of muldimensional signals by humans and computers. Topics include elements of visual perception, sampling, quantization and reconstruction, multidimensional transformations, image enhancement, restoration, and segmentation; Multidimensional filtering.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC23 Integra conocimiento desde las ciencias básicas, la ingeniería y ciencias de la salud para la aplicación adecuada del método científico en el desarrollo de experimentos.</td><td rowspan="2">E2</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td>mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.</td></tr>
<tr><td>mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.</td><td rowspan="4">G3</td><td colspan="2" rowspan="4">RA2, RA6, RA8</td></tr>
<tr><td>mC137 Determina la información faltante o no confiable al analizar una situación.</td></tr>
<tr><td>mC138 Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.</td></tr>
<tr><td>mC139 Evalúa el impacto social, legal y económico que implica el uso de la información.</td></tr>
</table>

mC140 Identifica los diferentes roles en un equipo de trabajo a partir de la dinámica presente en una situación dada.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a Señales y sistemas multidimensionales
- Muestreo y cuantización
- Sistemas lineales e invariantes en el tiempo.
- Sistemas separables y sistemas estables.
- Análisis de Fourier de señales.
- Transformada Z.
- Transformada en tiempo discreto de Fourier.
- Transformada de Fourier ventaneada.
- Análisis Wavelet de señales MD.

- Compresión, mejora segmentación y filtrado de imágenes.
- Reconocimiento de objetos. Filtros FIR y IRR y diseño de filtros en frecuencia.
- Filtros promediadores y Laplacianos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia.
- Clase Magistral
- Mentorías.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Entiende las propiedades de linealidad e invarianza en el tiempo de los sistemas.	A	• Evaluación escrita
Comprende el teorema de muestreo y cuantización de señales MD.		
Implementa algoritmos básicos de transformada de Fourier y transformada de Fourier ventaneada.		
Calcula y realiza la gráfica de los coeficientes de la serie de Fourier discreta a través de sus pares básicos y de las propiedades de la SF.		
Calcula la transformación bilateral Z de las señales.		
Calcula la transformada Wavelet de señales MD.		
Comprende los procesos de adquisición y comprende e implementa los procesos de mejoramiento, filtrado, representación y análisis de imágenes.		
Implementa algoritmos básicos en imágenes, transformaciones globales, lineales y geométricas a imágenes 2D.		
Participa activamente en las actividades de grupo.	B	• Proyecto final

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Procesamiento De Senales Analogicas Y Digitales. Ashok Ambardar. Thomson. 2002.
- Discrete Time Signal Processing (2nd edition), Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer & John R. Buck, Prentice Hall, 1999.
- Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications, John G. Proakis &. Manolakis, Macmillan Publishing Company, 1992.
- Digital Image Processing Using MATLAB, (2nd edition). González/Woods/Eddins, Prentice Hall, 2009.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Inteligencia artificial y Big Data

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BIG DATA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
• Bases de datos
• Bioestadística</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td rowspan="2">HTI: 6</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
En la reciente revolución 4.0, la inteligencia artificial ha sido protagonista gracias a la capacidad de extraer conocimiento de grandes volúmenes de datos y generando modelos de predicción, seguimiento, clasificación en muy diversas áreas del conocimiento. La medicina y la atención del cuidado de la salud no han sido áreas ajenas a esta revolución, beneficiándose de herramientas de soporte en los diferentes procedimientos clínicos y análisis diagnóstico de los pacientes, reduciendo entre otras la subjetividad de los expertos, los tiempos de atención, así como también, generando nuevos esquemas de atención personalizada y tratamiento precoz de afecciones en la salud. El ingeniero biomédico debe reconocer los principales mecanismos de inteligencia artificial, entendiendo sus ventajas y limitaciones, así como los requerimientos para el despliegue y soporte de estos mecanismos. Además, el ingeniero debe tener la capacidad de oportunidades de implementación y aprovechamiento de grandes volúmenes de datos para generar beneficios en la atención de los pacientes, pero también para optimizar procedimientos hospitalarios y de atención típicos. Los análisis e interpretación de datos deben ser realizados con rigurosidad manteniendo altos estándares éticos, protegiendo en todo momento la información de los pacientes.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Generar en el estudiante la capacidad de reconocer los conceptos básicos de la inteligencia artificial, las estrategias computacionales y los mecanismos de aprendizaje de máquina que permiten generar modelos de grandes volúmenes de datos para tareas de predicción, soporte, clasificación y acompañamiento en procedimientos médicos que intervengan en forma positiva en la calidad de la salud humana.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC26 Conoce los principios estadísticos para el análisis, interpretación y depuración de datos.</td><td rowspan="4">E2</td><td colspan="2" rowspan="4">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td>mC25 Organiza los datos y la información para generar conclusiones válidas que orientan a la toma de decisiones efectivas</td></tr>
<tr><td>mC27 Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.</td></tr>
<tr><td>mC29 Desarrolla metodologías o protocolos para probar hipótesis e interpretar los resultados obtenidos</td></tr>
</table>

mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.		
mC31 Explica comportamientos o patrones típicos de poblaciones analizadas, a partir de un conjunto de datos.		
mC34 Explica modelos predictivos para resolver tareas de regresión y clasificación en el contexto de aplicaciones biomédicas, con rigurosidad en la evaluación de resultados y análisis de los alcances de las tecnologías utilizadas.		
mC7 Realiza actividades y procesos de manera rigurosa y sistemática	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño		
mC72 Implementa soluciones biomédicas básicas con apoyo de la Inteligencia Artificial	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC88 Demuestra un comportamiento ético y profesional en el uso de datos de los pacientes en sistemas informáticos.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC103 Reconoce nuevas estrategias computacionales para el tratamiento y representación de la información que permiten el aprovechamiento de los datos en tareas de análisis de información, comprobación de hipótesis y soporte en la predicción de eventos.		
mC125 Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.	G1	RA1, RA6, RA9
mC137 Determina la información faltante o no confiable al analizar una situación.	G3	RA2, RA6, RA8
mC138 Analiza y evalúa críticamente la información y las fuentes.		
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5

CONTENIDOS

- Herramientas para administración de datos.
- Herramientas para visualización de datos.
- Tablero de datos para toma de decisiones clínicas.
- Aprendizaje de máquina: arboles de decisión.
- Preparación de datos y métricas en clasificación.
- Preparación de datos y métricas en regresión.
- Aprendizaje de máquina: bosques aleatorios y SVM.
- Practica. Aprendizaje de Máquina para predicción de variables categóricas.
- Aprendizaje de máquina: regresión lineal y regresión logística.
- Redes neuronales.

- Redes neuronales profundas.
- Representación profunda para soportar diagnóstico.
- Estrategias no supervisadas en Big data: K-means.
- Estrategia no supervisada en Big data: KNN.
- Algoritmos genéticos en Big data.
- Aprendizaje no supervisado para descubrimiento de patrones.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral
- Aprendizaje basado en problemas
- Estudio de caso
- Uso de paquetes computacionales

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Analiza el comportamiento de estrategias de optimización estocástica para problemas complejos de Big Data	A	• Taller práctico
Reconoce el impacto del aprendizaje no supervisado para el reconocimiento de patrones con interés clínico.	A	• Exposición grupal
Identifica las principales herramientas estadísticas y tecnológicas para la administración de datos	A	• Cuestionario
Reconoce los módulos y estrategias para visualización y resumen de datos	B	• Taller práctico
Explica los principios básicos de aprendizaje de máquina y fundamentos de aprendizaje profundo	A	• Taller práctico
Comprende las métricas utilizadas para valorar el comportamiento de un modelo de clasificación	B	• Taller práctico
Comprende las métricas utilizadas para valorar el comportamiento de un modelo de regresión	B	• Taller práctico
Identifica las principales ventajas y limitaciones de modelos supervisados	B	• Informe de experiencia
Explica los principios de aprendizaje de máquina en clasificación y regresión en un problema acotado de variables categóricas	A	• Taller práctico
Reconoce los fundamentos teóricos de separación y seguimiento de datos desde una hipótesis lineal	B	• Taller práctico
Explica los principios básicos de aprendizaje orientado por redes neuronales	B	• Taller práctico
Reconoce las redes neuronales profundas como método jerárquico para el modelamiento y aprendizaje basado en datos	A	• Informe de experiencia

Aplica los fundamentos de redes neuronales en un problema de ingeniería biomédica	A	• Taller práctico
Identifica los principios de aprendizaje no supervisado usando estrategias de agrupamiento	B	• Taller práctico
Reconoce estrategias no supervisadas para asociar conceptos según distancias de vecinos cercanos	B	• Taller práctico
Conoce los lineamientos para el uso correcto de datos de pacientes	B	• Exposición grupal
Explica el comportamiento de un fenómeno descrito en un conjunto de datos y variables, soportando una decisión clínica	B	• Exposición grupal

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.
- VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc.
- Python machine learning. Raschka, S., Liu, Y. H., Mirjalili, V., & Dzhulgakov, D. (2022). Marcombo.
- Korstanje, J. (2021). Advanced Forecasting with Python. Apress.
- Nokeri, T. C. (2022). Big Data, Machine Learning, and Deep Learning Frameworks. In Data Science Solutions with Python (pp. 7-14). Apress, Berkeley, CA.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Diseño en Ingeniería I

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

DISEÑO EN INGENIERÍA I

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 4
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS:
HIP: 6		HTI: 6	• Gestión de proyectos
Teóricas: 0	Prácticas: 6		

JUSTIFICACIÓN

La formación de un ingeniero biomédico debe incluir experiencias que integren las competencias técnicas y no técnicas que desarrollan a lo largo del proceso formativo. Es fundamental que el diseño en ingeniería no sea una experiencia final de la formación, sino que se incorpore en una etapa previa para generar un espacio de evaluación intermedia del avance en el desarrollo de estas competencias.

EL diseño en ingeniería se basa en el conocimiento y las habilidades adquiridas en cursos anteriores y abre un espacio en el plan de estudios de Ingeniería Biomédica para incluir experiencias prácticas en:

- Aplicación de principios de ingeniería, biología, fisiología humana, química, física basada en el cálculo, matemáticas (mediante ecuaciones diferenciales) y estadística;
- Realización de mediciones e interpretación de datos de sistemas vivos.
- Resolución de problemas asociados con la interacción entre sistemas vivos y no vivos;
- Análisis y modelado de dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería bio / biomédica

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Ofrecer un espacio para que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos y las habilidades desarrolladas, en la implementación de una solución a un problema específico de la ingeniería biomédica, en cada una de las siguientes áreas:

- Biomateriales y rehabilitación,
- Informática médica y bioinformática,
- Instrumentación e Ingeniería Clínica.

El alcance de esta primera etapa del diseño de ingeniería es el análisis del entorno para determinar necesidades y oportunidades y a partir de allí formular el problema de diseño en salud, proponer alternativas de diseño viables para la mejora de la situación encontrada y evaluarlas para seleccionar la más conveniente y detallar el producto tecnológico. A su vez, esta actividad académica tiene como propósito establecer un punto de control del logro, por parte de los estudiantes, de los resultados de aprendizaje propuestos por el programa.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC1 Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos	E1	RA2, RA3, RA4, RA8

mC2 Aplica las consideraciones y los principios éticos en la elaboración de propuestas y ejecución de proyectos para la solución de problemas de la salud humana		
mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño		
mC14 Identifica restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y las relativas a la salud humana para formular especificaciones de diseño, proponer alternativas de solución y seleccionar más adecuada.		
mC23 Integra conocimiento desde las ciencias básicas, la ingeniería y ciencias de la salud para la aplicación adecuada del método científico en el desarrollo de experimentos.		
mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.	E2	RA1, RA6, RA9
mC42 Comprende los procesos de I+D+i para la búsqueda de soluciones novedosas a problemas y retos en la ingeniería biomédica		
mC43 Aplica los principios de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y vigilancia competitiva, para la gestión de información que alimente las estrategias de las organizaciones en las que participa.	E3	RA1, RA8, RA9
mC44 Aplica los modelos y herramientas de la gestión de conocimiento y la innovación para generar valor para las organizaciones en las que participa y la sociedad, posibilitando la creación de nuevos productos, procesos, sistemas o dispositivos biomédicos.		
mC69 Aplica los principios de diseño universal y diseño para todos en los procesos de evaluación, diseño y rediseño de dispositivos biomédicos destinados a la rehabilitación y asistencia de pacientes con alguna diversidad funcional.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC86 Mantiene, selecciona, evalúa y desarrolla instrumentos biomédicos con criterios de calidad, confiabilidad, seguridad y economía, atendiendo a los estándares legales y éticos.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC96 Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC113 Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.	E8	RA1, RA2, RA8

mC133 Se comunica efectivamente de forma oral, escrita, gráfica y en otras formas no verbales con pacientes, personal y otros profesionales de la salud.	G2	RA1, RA3, RA5
mC6 Participa y colabora en el desarrollo de proyectos y propuestas de carácter multidisciplinario.	G4	RA5
mC143 Asume roles tanto de liderazgo como de soporte y apoyo en equipos de trabajo.		
mC98 Planifica su trabajo orientado hacia propósitos, competencias y resultados de aprendizaje.	G5	RA7
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3

CONTENIDOS

- Diseño de proyectos de ingeniería biomédica
- Ingeniería de rehabilitación
- Biomateriales
- Instrumentación biomédica
- Ingeniería clínica
- Bioinformática
- Informática médica.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Lluvia de ideas o brainstorming
- Aprendizaje basado en proyectos
- Laboratorio

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Sustenta las decisiones tomadas en el desarrollo del trabajo, según los principios éticos socializados en clase.	B	• Presentación de primer informe: Objetivos y planeación del proyecto a realizar. • Presentación de segundo informe: avance en el desarrollo del proyecto.
Identifica las restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y de salud, del proyecto que realiza.		
Evalúa las diferentes hipótesis planteadas para el proyecto de ingeniería biomédica a realizar.	B	

Plantea propuestas de solución sustentadas en las ciencias, con enfoque práctico e innovador al problema de diseño planteado.		• Presentación de primer informe: Objetivos y planeación del proyecto a realizar.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica aplicando un modelo de gestión de conocimiento e innovación.	B	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica aplicando los conceptos y métodos de la ingeniería clínica.	A	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica en rehabilitación.	A	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica en instrumentación biomédica.	A	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica en bioinformática e informática médica.	A	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Desarrolla el plan del proyecto de ingeniería biomédica en desarrollo o evaluación de biomateriales.	A	• Presentación del tercer informe: Resultados del proyecto de ingeniería biomédica.
Cumple con los criterios establecidos para el desarrollo de la actividad académica.	B	• Presentación de segundo informe: avance en el desarrollo del proyecto.

Presenta informes de avance de su trabajo de forma oral, escrita y visual.	B	• Rúbrica para la presentación y revisión de informes.
Participa en los ejercicios de diseño, como miembro y como líder de un grupo de trabajo.	C	• Matriz de valoración por observación
Comprende conceptos o métodos descritos en inglés y los incluye en los informes de avance de su trabajo.	B	• Rúbrica para la presentación y revisión de informes.

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

Particular de acuerdo con el área de énfasis.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Formación Empresarial

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
FORMACIÓN EMPRESARIAL</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 2</td><td>HTI: 4</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 0</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Las organizaciones actuales se enfrentan a mercados más competitivos, globalizados y dinámicos que les exige modelos de negocios ágiles, con propuestas de valor significativas para su mercado y el fortalecimiento de su capacidad innovadora y la comprensión del comportamiento de sus clientes y usuarios. Para el buen ejercicio del ingeniero biomédico en las organizaciones en las que participe, bien sean propias o no, debe comprender este contexto, los procesos de planificación empresarial y tener las herramientas para generar dinámicas de innovación y creación de valor</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Proporcionar al estudiante una visión de los aspectos generales de las organizaciones, de su proceso de creación y diseño a partir de conceptos como el de modelo de negocio, la planeación estratégica y la innovación y creación de valor.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC8 Comprende las variables tecnológicas, económicas, sociales y legales que configuran el sistema de salud.</td><td rowspan="2">E1</td><td colspan="2" rowspan="2">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td>mC21 Comprende las dinámicas del mercado de la salud que condicionan los comportamientos de uso y demanda de las organizaciones de la salud y sus usuarios.</td></tr>
<tr><td>mC25 Organiza los datos y la información para generar conclusiones válidas que orientan a la toma de decisiones efectivas.</td><td rowspan="3">E2</td><td colspan="2" rowspan="3">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td>mC26 Conoce los principios estadísticos para el análisis, interpretación y depuración de datos.</td></tr>
<tr><td>mC31 Explica comportamientos o patrones típicos de poblaciones analizadas, a partir de un conjunto de datos</td></tr>
<tr><td>mC41 Identifica y aprovecha oportunidades para desarrollar procesos creativos que generen un valor cultural, social y económico.</td><td rowspan="2">E3</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC42 Comprende los procesos de I+D+i para la búsqueda de soluciones novedosas a problemas y retos en la ingeniería biomédica.</td></tr>
</table>

mC43 Aplica los principios de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y vigilancia competitiva, para la gestión de información que alimente las estrategias de las organizaciones en las que participa.		
mC51 Comprende los factores que rigen la economía de la salud y simula un modelo de economía de la salud que tiene en cuenta las incertidumbres de los parámetros.	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC54 Implementa técnicas, procesos y normas para la gestión y aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de operación en los sistemas de prestación de servicios de salud		
mC121 Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	C1	RA4
mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial	G2	RA1, RA3, RA5
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- La organización, su estructura y áreas funcionales
- Gestión estratégica, de la organización.
- Vigilancia tecnológica y competitiva
- Análisis de mercado y del comportamiento de compra del consumidor
- Modelo de negocio
- Lienzo Canvas
- Aspectos legales de la empresa, derecho comercial, derecho laboral y propiedad intelectual

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Estudio y resolución de casos
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje basado en problemas
- Aula invertida

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Comprende la función económica y social de los diferentes tipos de organización	B	Formativa Diagnóstica y sumativa Desarrollo de proyectos en grupos con presentación
Explica las estructuras organizativas y áreas funcionales de la organización	B	
Aplica metodologías y utiliza herramientas adecuadas para la definición de la estrategia organizacional. (Plan estratégico organizacional con objetivos SMART)	A	
Aplica metodologías de vigilancia tecnológica y competitiva para determinar el estado del arte de una tecnología de la salud y determinar las ventajas	A	

competitivas y los elementos diferenciadores para la creación de valor		
Identifica fuentes de innovación y desarrollo para la empresa	A	
Determina los factores que inciden en el comportamiento de compra del mercado a partir de fuentes primerias y secundarias	B	
Utiliza herramientas para el diseño modelos de negocio innovadores y con propuestas de valor diferenciadoras	A	
Analiza las amenazas y oportunidades de un modelo de negocio a la luz de aspectos legales, comerciales, laborales y de propiedad intelectual	B	
Presenta un reporte de la actividad desarrollada	B	
Trabaja colaborativamente para el logro de los objetivos		

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- CHIAVENATO. Introducción a La teoría general de la administración. Mcgraw Hill. 2004.
- DUBRIN, Andrew J. Fundamentos de Administración, Thomson, 2000.
- GIMBERT, Xavier. "El enfoque estratégico de la empresa". Bilbao, España: Ediciones Deusto S.A, 2001
- CHIAVENATO, Idalberto. Fundamentos de la planeación estratégica. I. Chiavenato, PLANEACIÓN ESTRATÉGICA, Fundamentos y aplicaciones (pág. 22). México, DF: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, SA, 2017.
- Gógova, S. (2015). Inteligencia Competitiva: ¿espías? ¿oráculos? ¿estrategas?. Diaz de Santos.
- https://feetce.ugr.es/docencia/grados/graduadoa-administracion-y-direccion-empresas-ceuta/direccion-la-innovacion-y-la-tecnologia/11/guia-docente
- Lineamientos para la elaboración de estudios de vigilancia estratégica e inteligencia competitiva
- Kotler, P., Armstrong, G., Gay, M. G. M., & Cantú, R. G. C. (2017). Fundamentos de marketing.
- Malhotra, N. K. (2016). Investigación de mercados.
- PRADA, Raymond. Creatividad e Innovación Empresarial, 2002.
- OSTERWALDER, Alexander y PIGNEUR, Yves. Business Model Generation. USA: Editorial Wiley, 2010.
- CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Cómo iniciar su propio negocio: guía para la creación de empresas estables. 3 ed. Bucaramanga: Departamento de Desarrollo Empresarial Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2004.
- Superintendencia de Industria y Comercio SIC, Propiedad Industrial 2020, Bogotá, 2017

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

SÉPTIMO SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Modelado de Sistemas Biomédicos

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
MODELADO DE SISTEMAS BIOMÉDICOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 5</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Una gran variedad de procesos biomédicos se comporta como sistemas dinámicos donde el sistema de estados cambia en el tiempo, en general como respuesta a un estímulo externo o debido a intervenciones. El objetivo de este curso es introducir al estudiante a los sistemas dinámicos que permiten modelar, analizar y entender los sistemas biomédicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El estudiante será capaz de: 1. Modelar sistemas biomédicos, 2. Usar herramientas analíticas para entender las características de los sistemas biomédicos, 3. Evaluar el modelado de los sistemas biomédicos a partir de la simulación y 4. Derivar modelos de sistemas biomédicos a partir de datos experimentales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC9 Integra o aplica el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para la formulación de proyectos que resuelvan problemas complejos de ingeniería biomédica.</td><td rowspan="3">E1</td><td rowspan="3">RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC11 Aplica las metodologías y estándares adecuados para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, según el alcance y el contexto.</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño.</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC27 Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.</td><td rowspan="2">E2</td><td rowspan="2">RA1, RA6, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.</td></tr>
</table>

mC99 Diseña sistemas bioinformáticos, simula y modela sistemas biológicos a partir de la aplicación de principios, métodos y técnicas matemáticas, computacionales y de inteligencia artificial adecuados.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC125 Interpreta información presentada en gráficas, tablas y esquemas y, a partir de ella, hace inferencias utilizando cálculos cuantitativos.	G1	RA1, RA6, RA9
mC126 Representa la información cuantitativa de diversas formas.		
mC127 Utiliza métodos cuantitativos para solucionar problemas.		
mC128 Realiza estimaciones para establecer la racionalidad de las soluciones propuestas a problemas cuantitativos.		

CONTENIDOS

- Introducción al modelado de sistemas.
- Representación en espacio de estados.
- Sistemas biomédicos lineales: solución de ecuaciones diferenciales y métodos numéricos.
- Series de tiempo. Modelado de sistemas a través de series de tiempo.
- Descripción de sistemas (AR, MA, ARMA).
- Dinámica de sistemas.
- Respuesta en frecuencia y diagramas de bode.
- Propiedades de los sistemas.
- Sistemas realimentados.
- Sistemas de control clásico: P, I, PI, PID.
- Estudios de casos sobre las implicaciones de ciertos enfoques o soluciones de ingeniería.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia / Clase Magistral
- Mentorías
- Estudio de casos
- Trabajo colaborativo
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Reconoce los tipos de modelos de sistemas.	A	• Evaluación escrita • Resolución de Problemas
Obtiene versiones linealizadas de modelos no lineales.		
Analiza la respuesta en el tiempo de sistemas de primero y segundo orden.		
Entiende los algoritmos numéricos para la solución de modelos de sistemas biomédicos descritos por ecuaciones diferenciales.		
Diferencia entre los tres tipos de acción P, I y D, reconoce sus ventajas y desventajas.		
Identifica las condiciones de estabilidad de un sistema.		
Verifica la acción de un controlador mediante la simulación de un modelo.		

Encuentra la gráfica de la respuesta en frecuencia de un sistema.		
Reconoce los diferentes modelos de sistemas para análisis de series de tiempo.		
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• WOODS, & LAWRENCE, Modeling and Simulation of Dynamic Systems Prentice Hall, 1997. • DORF & BISHOP, Sistemas de Control Moderno, Pearson, Prentice Hall. • KUO B. C. Sistemas de Control Automático. Prentice Hall. • OGATA K. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall. • Modelling Optimization and Control of Biomedical Systems Efstratios N. Pistikopoulos, Ioana Nascu , Eirini G. Velliou.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
GESTIÓN DE CALIDAD Y ACREDITACIÓN EN SISTEMAS DE SALUD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 3</td><td>HTI: 3</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 1</td><td>Prácticas: 2</td><td></td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

La gestión de la calidad es un conjunto de acciones y herramientas que, en general, permiten ofrecer a los usuarios estabilidad respecto a los servicios prestados, identificar los posibles errores antes de que ocurran y procurar la mejora continua. En Colombia los sistemas de gestión de calidad para instituciones prestadoras de servicios de salud están especificado por el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud (SOGCS) integrado por el Sistema Único de Habilitación (SUH), el Programa de Auditoria para el Mejoramiento de la Calidad (PAMEC) y el Sistema Único de Acreditación (SUA). Es importante para el ingeniero biomédico enfocado en el área de ingeniería desarrollar las capacidades para estructurar, implementar y mantener sistemas de gestión ya que finalmente estos son una evidencia de confianza ante los usuarios de los diferentes sistemas de salud y que más allá del prestigio de las instituciones tenga una repercusión en la calidad de vida de las comunidades que atienden.

Esta actividad académica tiene un componente importante de normatividad, que le permitirá al estudiante tener una visión amplia del panorama nacional en materia de legislación inculcando en este la importancia de tener en cuenta dentro de las decisiones profesionales las necesidades de todas las partes interesadas: prestadores de servicios de salud, proveedores, usuarios, ambiente y población en general.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica para diseñar, implementar, documentar y mantener sistemas de gestión de calidad en el sector salud, en especial con lo referente al Sistema Único de Acreditación en salud, todo desde una perspectiva flexible que le permita implementar la normatividad aplicable en instituciones con diferentes limitaciones y necesidades.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC62 Identifica los parámetros relevantes para gestionar los recursos de talento humano, tecnología e infraestructura de una organización desde un enfoque sistémico	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC54 Implementa técnicas, procesos y normas para la gestión y aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de operación en los sistemas de prestación de servicios de salud		

mC58 Aplica los principios de la administración y desarrollo del talento humano en entornos sanitarios.		
mC61 Planifica los servicios y tecnología hospitalaria con criterios de optimización y eficiencia.		
mC8 Comprende las variables tecnológicas, económicas, sociales y legales que configuran el sistema de salud.	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC4 Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión		
mC132 Reconoce y asume el modelo político jurídico del Estado colombiano.	C1	RA4
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Generalidades de los sistemas de gestión de calidad.
- Sistemas de gestión de calidad en salud.
- El Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud (SOGCS).
- Contexto normativo del SOGCS.
- Sistema Único de habilitación.
- Programa de Auditoria para el Mejoramiento de la Calidad (PAMEC).
- Sistema Único de acreditación.
- Grupo de estándares asistenciales: Estándares Hospitalarios y ambulatorios.
- Grupo de estándares asistenciales: Estándares de Laboratorio clínico.
- Grupo de estándares asistenciales: Estándares de Imagenología.
- Grupo de estándares asistenciales: Estándares de Habilitación y Rehabilitación.
- Grupo de estándares de apoyo: Direccionamiento.
- Grupo de estándares de apoyo: Gerencia.
- Grupo de estándares de apoyo: Gerencia del Talento Humano.
- Grupo de estándares de apoyo: Gerencia de la Información.
- Grupo de estándares de apoyo: Gerencia del ambiente físico.
- Grupo de estándares de apoyo: Gestión de la tecnología.
- Grupo de estándares de mejoramiento de la calidad

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Estudio de casos
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Reconoce los principales aspectos normativos con respecto al sistema general de salud en Colombia.	B	• Participación en debate

Identifica las disposiciones del sistema único de habilitación para instituciones de salud.	A	• Informe técnico • Mapa conceptual
Identifica las disposiciones del Programa de Auditoria para el Mejoramiento de la Calidad para instituciones de salud.	A	• Cuestionario
Explica los estándares aplicables al direccionamiento de instituciones de salud	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Describe los estándares aplicables a la gerencia del talento humano en instituciones de salud.	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Describe los estándares aplicables a la gerencia del ambiente físico en instituciones de salud.	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Describe los estándares aplicables a la gestión de la tecnología en instituciones de salud.	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Describe los estándares aplicables al mejoramiento de la calidad en instituciones de salud.	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Explica los principales componentes de un sistema de gestión de calidad	B	• Taller
Describe las particularidades de los sistemas de gestión en el área de la salud	A	• Taller
Explica los fundamentos del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud en Colombia	A	• Mapa conceptual
Explica los estándares aplicables a instituciones con servicios hospitalarios y ambulatorios	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Explica los estándares aplicables a instituciones con servicios de laboratorio clínico	A	• Exposición grupal • Participación verbal
Explica los estándares aplicables a instituciones con servicios de imagenología	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Explica los estándares aplicables a instituciones con servicios de habilitación y rehabilitación	B	• Exposición grupal • Participación verbal
Realiza búsqueda de información relevante para presentar un tema	B	• Exposición grupal • Participación verbal

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Calidad en salud en Colombia. Los principios. Programa de Apoyo a la Reforma de Salud – PARS. 2008.
- Calidad en Salud ¿…Qué es…? Carlos Alfonso Kerguelén. 2003.
- ABC Sobre el sistema obligatorio de garantia de la calidad - Resolución 3100 de 2019

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

OCTAVO SEMESTRE

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Diseño en Ingeniería II

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

DISEÑO EN INGENIERÍA II

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 4
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS:
HIP: 3		HTI: 9	• Diseño de ingeniería I
Teóricas: 0	Prácticas: 3		

JUSTIFICACIÓN

La formación de un ingeniero biomédico debe incluir una experiencia final de diseño, donde el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos, perfeccionar las habilidades y fortalecer su capacidad creativa e innovadora, que son el sello de calidad de la UIS en la formación de profesionales en ingeniería. Para ello, se dispone en el plan de estudios de un espacio académico donde el estudiante vive una experiencia de aprendizaje que simula una situación real del ingeniero biomédico.

El diseño en ingeniería se basa en el conocimiento y las habilidades adquiridas en los diferentes cursos del plan de estudios de Ingeniería Biomédica para que el estudiante profundice en la línea de énfasis que escogió según su proyecto de vida.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Ofrecer un espacio para que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos y las habilidades desarrolladas, en la implementación de una solución a un problema específico de la ingeniería biomédica, en la línea de énfasis seleccionada por él.

El alcance de esta primera etapa del diseño de ingeniería es el análisis del entorno para determinar necesidades y oportunidades y a partir de allí formular el problema de diseño en salud, proponer alternativas de diseño viables para la mejora de la situación encontrada y evaluarlas para seleccionar la más conveniente y detallar el producto tecnológico, finalmente desarrollan el prototipo que les permita probar la efectividad del diseño asegurando la seguridad se realiza la implementación del proyecto demostrando su efectividad, calidad, seguridad y desempeño ambiental en el diseño y proyectando la estrategia de protección de propiedad intelectual, y el modelo de negocio.

A su vez, esta actividad académica tiene como propósito establecer el punto final de control del logro, por parte de los estudiantes, de los resultados de aprendizaje propuestos por el programa.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC1 Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC2 Aplica las consideraciones y los principios éticos en la elaboración de propuestas y ejecución de proyectos para la solución de problemas de la salud humana		
mC12 Aborda problemas con enfoque práctico y creativo aplicando el proceso de pensamiento de diseño		

mC11 Aplica las metodologías y estándares adecuados para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, según el alcance y el contexto		
mC13 Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.		
mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.	E2	RA1, RA6, RA9
mC48 Integra el conocimiento de las ciencias básicas, ingeniería y ciencias de la salud para crear productos novedosos con el apropiado uso de la tecnología	E3	RA1, RA8, RA9
mC42 Comprende los procesos de I+D+i para la búsqueda de soluciones novedosas a problemas y retos en la ingeniería biomédica		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4
mC133 Se comunica efectivamente de forma oral, escrita, gráfica y en otras formas no verbales con pacientes, personal y otros profesionales de la salud.	G2	RA1, RA3, RA5
mC143 Asume roles tanto de liderazgo como de soporte y apoyo en equipos de trabajo.	G4	RA5
mC6 Participa y colabora en el desarrollo de proyectos y propuestas de carácter multidisciplinario.		
mC98 Planifica su trabajo orientado hacia propósitos, competencias y resultados de aprendizaje.	G5	RA7
mC146 Comprende la estructura de los textos en inglés en situaciones conocidas de trabajo, de estudio o de ocio.	G6	RA3
A partir de este punto, se evalúa según el área de énfasis seleccionado por el estudiante:		
mC54 Implementa técnicas, procesos y normas para la gestión y aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de operación en los sistemas de prestación de servicios de salud	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC69 Aplica los principios de diseño universal y diseño para todos en los procesos de evaluación, diseño y rediseño de dispositivos biomédicos destinados a la rehabilitación y asistencia de pacientes con alguna diversidad funcional.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC86 Mantiene, selecciona, evalúa y desarrolla instrumentos biomédicos con criterios de calidad, confiabilidad, seguridad y economía, atendiendo a los estándares legales y éticos.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9

mC99 Diseña sistemas bioinformáticos, simula y modela sistemas biológicos a partir de la aplicación de principios, métodos y técnicas matemáticas, computacionales y de inteligencia artificial adecuados.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC113 Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.	E8	RA1, RA2, RA8

CONTENIDOS

- Diseño de proyectos de ingeniería biomédica

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje basado en proyectos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Utiliza la tecnología adecuada para el desarrollo del proyecto de ingeniería biomédica.	A	• Presentación de informes de avance del proyecto con bibliografía en inglés. • Sustentación oral y escrita de la propuesta de diseño
Incluye análisis del impacto del proyecto de ingeniería en la promoción de los derechos humanos y cuidado del medio ambiente.		
Desarrolla el proyecto de ingeniería bajo una metodología previamente establecida.		
Plantea propuestas de solución sustentadas en las ciencias, con enfoque práctico e innovador al problema de diseño planteado.		
Cumple con los plazos y términos para la ejecución del proyecto de ingeniería.		
Presenta informes de avance de su trabajo de forma oral, escrita y visual.		
Incluye bibliografía en inglés en la elaboración de informes.		
Evalúa las diferentes hipótesis planteadas para el proyecto de ingeniería biomédica a realizar.		
(Para mC54) Presenta una propuesta de mejoramiento de procesos en el sistema de prestación de servicios de salud.		• Sustentación del proyecto de ingeniería biomédica.
(Para mC69) Realiza el diseño de un dispositivo médico.		
(Para mC86) Presenta un dispositivo médico de monitoreo y tratamiento de enfermedades, creado o mejorado.		

(Para mC99) Presenta el diseño o mejoramiento de un sistema bioinformático a través de procesos de inteligencia artificial.		
(Para mC113) Selecciona el material adecuado para la atención al problema de ingeniería biomédica definido.		

Esta actividad académica está establecida como punto de control del desarrollo de las siguientes competencias:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

Particular de acuerdo al área de énfasis.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

ELECTIVAS DISCIPLINARES

Universidad Industrial de Santander

ÉNFASIS INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP:</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la discapacidad como "aquella restricción o impedimento de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano. La discapacidad se caracteriza por excesos o insuficiencias en el desempeño de una actividad rutinaria normal, los cuales pueden ser temporales o permanentes, reversibles o surgir como consecuencia directa de la deficiencia o como una respuesta del propio individuo, sobre todo la psicológica, a deficiencias físicas, sensoriales o de otro tipo. Así mismo la deficiencia es la pérdida o la anormalidad de una estructura o de una función psicológica, fisiológica o anatómica, que puede ser temporal o permanente. Entre las deficiencias se incluye la existencia o aparición de una anomalía, defecto o pérdida producida por un miembro, órgano, tejido o cualquier otra estructura del cuerpo, incluidos los sistemas de la función mental." (https://www.itpcd.gob.mx/index.php/que-es-discapacidad). Ahora bien, el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos define la ingeniería de rehabilitación como "el uso de la ciencia y los principios de la ingeniería para 1) desarrollar soluciones y dispositivos tecnológicos para asistir a las personas con discapacidades, y 2) para ayudar a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas perdidas debido a una enfermedad o lesión. Los ingenieros de rehabilitación diseñan y construyen dispositivos y sistemas para satisfacer un amplio rango de necesidades que puedan asistir a las personas con su movilidad, comunicación, audición, visión y cognición. Estas herramientas ayudan a las personas con sus actividades y tareas cotidianas relacionadas con el trabajo, la vida independiente y la educación" (https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/ingeniería-de-rehabilitación)

En vista de lo anterior**, el desarrollo de la actividad académica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia**, se concentra principalmente en el estudio de los dispositivos y tecnologías médicas cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad asociada al movimiento, tales como prótesis mioeléctricas de miembros superiores e inferiores, exoesqueletos, sillas de ruedas autónomas para cuadripléjicos, robots de rehabilitación y de asistencia, etc.

Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a diseñar dispositivos y tecnologías médicas propios de la ingeniería de rehabilitación, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas asociados a la discapacidad, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si una de estas tecnologías queda mal diseñada y construida podrá causar daño a los usuarios de la misma, que son personas en condición de discapacidad.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El propósito del desarrollo de la actividad académica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia, consiste en formar integralmente a los estudiantes para que sean capaces de diseñar y desarrollar dispositivos y tecnologías médicas que mejoren la calidad de vida de personas en condición de discapacidad, a partir del estudio de las tecnologías que existen actualmente en el mercado nacional e

internacional y que se utilizan en centros de rehabilitación física y cognitiva y en general en instituciones prestadoras de salud (IPS).

COMPETENCIAS		
Micro competencias	**Macro competencia relacionada**	**Resultados de aprendizaje relacionados**
mC57 Reconoce la importancia de la comprensión de las situaciones psicosociales que rodean a los pacientes en condición de discapacidad en los procesos de rehabilitación	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC63 Conoce las áreas profesionales que intervienen en la rehabilitación y la importancia de su aporte en el trabajo en equipo		
mC64 Genera espacios de comunicación empáticos que permiten conocer las necesidades y situaciones clínicas y psicosociales de los pacientes o profesionales de la salud para determinar los requerimientos formales y funcionales de tecnología para la asistencia y la rehabilitación.		
mC65 Aplica las diferentes técnicas manuales y digitales de presentación gráfica como alternativa para expresar y transmitir sus ideas		
mC66 Conoce las bases de funcionamiento y programación de los principales dispositivos para monitorización del cuerpo humano		
mC69 Aplica los principios de diseño universal y diseño para todos en los procesos de evaluación, diseño y rediseño de dispositivos biomédicos destinados a la rehabilitación y asistencia de pacientes con alguna diversidad funcional.		
mC74 Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.		
mC75 Integra los elementos básicos de la robótica, sistemas de control, sensores y actuadores, en el diseño e implementación de dispositivos para la rehabilitación y asistencia		
mC76 Asocia la relación entre estructura y función en tejidos músculo esqueléticos con el propósito de estudiar su comportamiento mecánico considerando los principios de la mecánica de materiales.		
mC77 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.		
mC78 Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4

mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial.	G2	RA1, RA3, RA5
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a la Ingeniería de Rehabilitación y Tecnología de Asistencia.
- Factores morfofisiológicos, psicosociales, culturales, de enfermedad y discapacidad a tener en cuenta en la Ingeniería de Rehabilitación.
- Regulación y cuestiones éticas en la Ingeniería de Rehabilitación.
- Ingeniería de rehabilitación en la industria de la tecnología de asistencia y el conocimiento del usuario final.
- Diseño universal.
- Diseño de sillas de ruedas.
- Robótica de rehabilitación.
- Diseño de dispositivos protésicos de extremidades superiores e inferiores.
- Diseño de dispositivos ortésicos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral
- Pensamiento de diseño
- Aprendizaje basado en proyectos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Domina los conceptos fundamentales de Ingeniería Rehabilitación y Tecnología de Asistencia	A	Individual: Mapa conceptual Colaborativo: Resolución cuestionario
Aplica factores holísticos a tener en cuenta en la Ingeniería Rehabilitación y los modelos de Tecnología de Asistencia	A	
Utiliza las normas regulatorias y los aspectos éticos en la Ingeniería Rehabilitación	A	
Examina las características de la industria de Ingeniería de Rehabilitación y las necesidades del usuario final	A	
Aplica los principios fundamentales del diseño universal para desarrollar tecnologías para personas en condición de discapacidad	A	Individual: Prueba escrita
Diseña y desarrolla prototipos de sillas de ruedas para personas en condición de discapacidad	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: 1. Diseño prototipo de una silla de ruedas 2. Desarrollo de proyecto de un prototipo de una silla de ruedas 3. Escritura artículo

		científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube
Utiliza los conceptos fundamentales de la robótica de rehabilitación	A	Individual: Prueba escrita
Diseña y desarrolla prototipos de dispositivos protésicos de extremidades superiores e inferiores	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: 1. Diseño de un prototipo de una prótesis biónica 3D de miembro superior 2. Desarrollo de un prototipo de una prótesis biónica 3D de miembro superior 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube sobre el proyecto
Diseña y desarrolla prototipos de dispositivos ortésicos	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: 1. Diseño de un prototipo de un exoesqueleto de mano 3D 2. Desarrollo de un prototipo de un exoesqueleto de mano 3D 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube sobre el proyecto
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Rehabilitation Engineering Principles and Practice. A. Mihailidis. 2023. CRC Press • An Introduction to Rehabilitation Engineering. R. A Cooper. 2007. Taylor & Francis Group • Fundamentals of Biomedical Engineering. G.S Sawhney. 2007. New Age International (P) Ltd., Publishers • Introduction to Biomedical Engineering. Second Edition. J. Bronzino. 2005, Elsevier Inc • Biomedical Engineering and Design Handbook, Volume 2. 2nd Edition. M. Kutz. 2009. The McGraw-Hill Companies, Inc • Rehabilitation engineering applied to mobility and manipulation. R. A. Cooper. 1995. IOP Publishing Ltd		

- Assistive Technologies. Principles and Practice. A. Cook. Fifth edition. 2020, Elsevier, Inc.
- Brain–Computer Interfaces. Neurorehabilitation of Voluntary Movement after Stroke and Spinal Cord Injury. C. Marquez. 2021, Morgan & Claypool

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA AVANZADA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI:
8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la discapacidad como "aquella restricción o impedimento de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano. La discapacidad se caracteriza por excesos o insuficiencias en el desempeño de una actividad rutinaria normal, los cuales pueden ser temporales o permanentes, reversibles o surgir como consecuencia directa de la deficiencia o como una respuesta del propio individuo, sobre todo la psicológica, a deficiencias físicas, sensoriales o de otro tipo. Así mismo la deficiencia es la pérdida o la anormalidad de una estructura o de una función psicológica, fisiológica o anatómica, que puede ser temporal o permanente. Entre las deficiencias se incluye la existencia o aparición de una anomalía, defecto o pérdida producida por un miembro, órgano, tejido o cualquier otra estructura del cuerpo, incluidos los sistemas de la función mental." (https://www.itpcd.gob.mx/index.php/que-es-discapacidad). Ahora bien, el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos define la ingeniería de rehabilitación como "el uso de la ciencia y los principios de la ingeniería para 1) desarrollar soluciones y dispositivos tecnológicos para asistir a las personas con discapacidades, y 2) para ayudar a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas perdidas debido a una enfermedad o lesión. Los ingenieros de rehabilitación diseñan y construyen dispositivos y sistemas para satisfacer un amplio rango de necesidades que puedan asistir a las personas con su movilidad, comunicación, audición, visión y cognición. Estas herramientas ayudan a las personas con sus actividades y tareas cotidianas relacionadas con el trabajo, la vida independiente y la educación" (https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/ingeniería-de-rehabilitación)

En vista de lo anterior, **el desarrollo de la actividad académica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada**, se concentra principalmente en el estudio de los dispositivos y tecnologías médicas cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad asociadas a la visión, la audición y la cognición.

Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a diseñar dispositivos y tecnologías médicas propios de la ingeniería de rehabilitación, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas asociados a la discapacidad, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si una de estas tecnologías queda mal diseñada y construida podrá causar daño a los usuarios de la misma, que son personas en condición de discapacidad.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA		
El propósito del desarrollo de la actividad académica Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada, consiste en formar a estudiantes integralmente que sean capaces de diseñar y desarrollar dispositivos y tecnologías médicas que mejoren la calidad de vida de personas en condición de discapacidad, a partir del estudio de las tecnologías que existen actualmente en el mercado nacional e internacional y que se utilizan en centros de rehabilitación física y en general en instituciones prestadoras de salud (IPS).		
COMPETENCIAS		
Micro competencias	**Macro competencia relacionada**	**Resultados de aprendizaje relacionados**
mC65 Aplica las diferentes técnicas manuales y digitales de presentación gráfica como alternativa para expresar y transmitir sus ideas.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC66 Conoce las bases de funcionamiento y programación de los principales dispositivos para monitorización del cuerpo humano		
mC69 Aplica los principios de diseño universal y diseño para todos en los procesos de evaluación, diseño y rediseño de dispositivos biomédicos destinados a la rehabilitación y asistencia de pacientes con alguna diversidad funcional.		
mC71 Programa sobre diferentes lenguajes de bajo y medio nivel para procesar información tomada de sensores biomédicos y resolver una labor de cómputo a partir de esta información.		
mC72 Implementa soluciones biomédicas básicas con apoyo de la Inteligencia Artificial		
mC74 Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.		
mC75 Integra los elementos básicos de la robótica, sistemas de control, sensores y actuadores, en el diseño e implementación de dispositivos para la rehabilitación y asistencia		
mC76 Asocia la relación entre estructura y función en tejidos músculo esqueléticos con el propósito de estudiar su comportamiento mecánico considerando los principios de la mecánica de materiales.		
mC77 Aplica los fundamentos de la electrónica analógica y digital en el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia.		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4
mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial.	G2	RA1, RA3, RA5

mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Neuroingeniería de Estimulación Eléctrica Funcional para rehabilitación motora de extremidades superiores e inferiores.
- Interfaces de control para tecnologías de asistencia.
- Las Telecomunicaciones, la Informática y el acceso a Internet como un factor de mejoramiento de la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad.
- Ayudas tecnológicas de asistencia para personas con discapacidad visual.
- Ayudas tecnológicas de asistencia para personas con discapacidad auditiva.
- Tecnologías de asistencia para el aumento cognitivo.
- Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa.
- Aplicación de sistemas inteligentes en la Ingeniería de Rehabilitación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral
- Pensamiento de diseño.
- Aprendizaje basado en proyectos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Diseña y desarrolla prototipos de Neuroprótesis de Estimulación Eléctrica Funcional para rehabilitación motora de extremidades superiores e inferiores	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de una neuroprótesis para pie caído 2. Desarrollo de una neuroprótesis para pie caído 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube sobre el proyecto
Domina los conceptos de interfaces de control para tecnologías de asistencia	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** Solución cuestionario
Analiza cómo las telecomunicaciones, la informática y el acceso a Internet mejoran la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** Solución cuestionario
Diseña y desarrolla prototipos de tecnologías de asistencia para personas con discapacidad visual	A	**Individual:** Mapa conceptual Colaborativo: 1. Diseño prototipo de una tecnología de asistencia para personas con discapacidad visual 2. Desarrollo prototipo de una tecnología de asistencia para personas con discapacidad visual

		3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube so
Diseña prototipos de tecnológicas de asistencia para personas con discapacidad auditiva	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativa:** 1. Diseño prototipo de una tecnológicas de asistencia para personas con discapacidad auditiva 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña y desarrolla prototipos de tecnologías de asistencia para personas con discapacidad cognitiva	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de una tecnología de asistencia para personas con discapacidad cognitiva 2. Desarrollo prototipo de una tecnología de asistencia para personas con discapacidad cognitiva 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube sobre el proyecto
Diseña y desarrolla prototipos de tecnología de asistencia de comunicación aumentativa y alternativa	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de una tecnología de asistencia de comunicación aumentativa y alternativa 2. Desarrollo prototipo de una tecnología de asistencia de comunicación aumentativa y alternativa 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Creación video en YouTube sobre el proyecto
Examina los sistemas inteligentes aplicados a la Ingeniería de Rehabilitación	A	**Individual:** Mapa conceptual **Colaborativo:** Exposiciones
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Rehabilitation Engineering Principles and Practice. A. Mihailidis. 2023. CRC Press • An Introduction to Rehabilitation Engineering. R. A Cooper. 2007. Taylor & Francis Group • Fundamentals of Biomedical Engineering. G.S Sawhney. 2007. New Age International (P) Ltd., Publishers		

- Introduction to Biomedical Engineering. Second Edition. J. Bronzino. 2005, Elsevier Inc
- Biomedical Engineering and Design Handbook, Volume 2. 2nd Edition. M. Kutz. 2009. The McGraw-Hill Companies, Inc
- Rehabilitation engineering applied to mobility and manipulation. R. A. Cooper. 1995. IOP Publishing Ltd
- Assistive Technologies. Principles and Practice. A. Cook. Fifth edition. 2020, Elsevier, Inc.
- Brain–Computer Interfaces. Neurorehabilitation of Voluntary Movement after Stroke and Spinal Cord Injury. C. Marquez. 2021, Morgan & Claypool
- Intelligent Systems for Rehabilitation Engineering. R. Raut. 2022. Scrivener Publishing LLC

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Mecatrónica

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
MECATRÓNICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP:</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
El diseño de dispositivos que apoyen la rehabilitación física y cognitiva hoy requiere la integración de diferentes disciplinas. Los sistemas electromecánicos inteligentes de apoyo a la terapia de rehabilitación o destinados a sustituir o complementar una función, un órgano o un tejido del cuerpo humano, donde confluyen principios de la ingeniería mecánica, electrónica y de control, han sido fundamentales en los sistemas de salud pues flexibilizan y aceleran la recuperación del paciente, reducen el tiempo personal de rehabilitación, que en muchos países puede ser escaso y permite la obtención de sistemas más económicos y confiables, permitiendo que las personas se reintegren profesional y laboralmente de una forma más eficaz.

Los ingenieros biomédicos actuales deben poseer competencias en la integración de las bases de estas disciplinas para el desarrollo de este tipo de dispositivos que le permitan dar solución a los problemas actuales de la salud y participar en grupos interdisciplinares de desarrollo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Desarrollar las competencias para la integración de principios de la mecánica, la electrónica, la programación, el control y el diseño CAD para la concepción, construcción y empleo de los de sistemas mecatrónicos que puedan ser útiles en la rehabilitación física y cognitiva de los seres humanos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC75 Integra los elementos básicos de la robótica, sistemas de control, sensores y actuadores, en el diseño e implementación de dispositivos para la rehabilitación y asistencia</td><td rowspan="4">E5</td><td colspan="2" rowspan="4">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC78 Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.</td></tr>
<tr><td>mC71 Programa sobre diferentes lenguajes de bajo y medio nivel para procesar información tomada de sensores biomédicos y resolver una labor de cómputo a partir de esta información.</td></tr>
<tr><td>mC72 Implementa soluciones biomédicas básicas con apoyo de la Inteligencia Artificial.</td></tr>
</table>

mC74 Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5
mC135 Comunica ideas eficientemente de forma gráfica utilizando herramientas de diseño asistido por computador o tradicionales y su capacidad de visión espacial.		
mC144 Participa en equipos de trabajo con actitud colaborativa.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Mecatrónica y diseño mecatrónico
- Sistemas mecatrónicos y sus elementos
- Sensores y transductores
- Actuadores
- Controladores y Automatización
- Inteligencia artificial en los sistemas biomédicos
- Diseño asistido por computador CAD / CAM
- Sustentación de trabajos parciales

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia. Clase Magistral y Mentorías.
- Aprendizaje basado en proyectos / Aprendizaje colaborativo

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Valora la importancia de la mecatrónica en el diseño de ingeniería biomédica	B	Formativa para el aprendizaje: Mapa conceptual, infografía, cuadro comparativo, exposición
Explica qué es un sistema mecatrónico y diferencia sus elementos	B	
Evalúa los sensores y transductores usados comúnmente en aplicaciones biomédicas con base en características propias de los mismos y selecciona el(los) más adecuado para el sistema biomédico propuesto.	A	Formativa para el aprendizaje: Evaluación Reporte de proyecto y exposición
Explica los principios del funcionamiento y las características propias de los sistemas de actuación mecánica, hidráulica y neumática y eléctrica.	A	
Evalúa los diferentes sistemas de actuación mecánica, hidráulica y neumática y eléctrica y define el más adecuado para un sistema biomédico de rehabilitación	A	

Describe matemáticamente los componentes del sistema de control y automáticos	A	
Propone un sistema de control y automático adecuado para el sistema biomédico	A	
Diseña un sistema mecatrónico inteligente de apoyo a la rehabilitación	A	
Diseña y simula un sistema biomédico mecatrónico con apoyo de herramientas digitales	B	
Presenta sus ideas de diseño logrando la comprensión de su funcionalidad	B	
Trabaja colaborativamente para el logro de los objetivos	B	

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- BOLTON. (2013). MECATRONICA: sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica : un enfoque multidisciplinario (5ed. ed.). Alfaomega.
- JOUANEH. (2016). FUNDAMENTOS DE MECATRONICA. Cengage Learning.
- REYES CORTES. (2012). MATLAB : aplicado a robótica y mecatrónica. Alfaomega.
- CORTÉS, Fernando Reyes; CID, Jaime; VARGAS, Emilio. Mecatrónica: control y automatización. Alpha Editorial, 2013.
- Norton, R. L. (2021). Diseño de maquinaria. McGraw-Hill Interamericana. https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/

ELECTIVAS DISCIPLINARES

Universidad Industrial de Santander

ÉNFASIS INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Robótica y Salud

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
ROBÓTICA Y SALUD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La expansión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la interconexión mundial brindan posibilidades para el progreso humano, superar la brecha digital y desarrollar las sociedades del conocimiento. En este sentido, el mundo afronta una profunda transformación donde el pensamiento computacional, la robótica y la programación tienen un rol fundamental, y donde ya hace muchos años los robots salieron de las fábricas para dar servicio al ser humano. Debido a su elevada flexibilidad de adaptación, cada vez mayor por la mejor integración de sensores de alta prestación y rendimiento, los robots son componentes perfectos para ayudar a las personas en muchas situaciones de su vida cotidiana. Uno de los campos en el que pueden prestar un servicio más positivo es en el sector médico y sanitario, para mejorar la salud y el bienestar de las personas.

El robot constituye el ayudante perfecto en temas de rehabilitación y asistencia de las personas con necesidades, permitiendo que los médicos puedan programar fácilmente actividades de rehabilitación de forma metódica y sistemática. La neurotecnología permite integrar sistemas de asistencia con el ser humano, ofreciendo una interfaz apropiada para el mismo. El desarrollo de sensores y actuadores con mejores prestaciones está permitiendo el perfeccionamiento de prótesis robotizadas muy avanzadas. La robótica quirúrgica, con sistemas hápticos que realimentan al cirujano las mismas sensaciones táctiles de interacciones con tejidos reales, se está extendiendo cada vez más para el entrenamiento de especialistas y la práctica profesional.

La actividad académica se basa en los principios que caracterizan los principales manipuladores robóticos, integra conceptos de la visión general de los manipuladores; fundamentos de tecnología; aplicaciones de robots; descripción matemática de los manipuladores; interfaz hombre-máquina, sistemas de coordenadas en robótica; el modelado de cinemática directa e inversa; análisis y control de movimientos de los robots; el modelado dinámico y el control de movimientos; generación de trayectorias; órganos terminales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica para identificar los elementos, las aplicaciones, el modelado, y el control de robots, diseñar e implementar manipuladores robóticos enfocados a la robótica asistencial y médica, así como presentar estrategias de control cinemático para robots manipuladores seriales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
</table>

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC38 Aplica los conceptos básicos de manipuladores robóticos e interfaz hombre máquina.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC39 Aplica los principios básicos relacionados con la descripción matemática de los manipuladores y la descripción de movimiento de cuerpos rígidos.		
mC40 Implementa algoritmos simplificados para el control dinámico de manipuladores robóticos.		
mC74 Aplica los sistemas mecatrónicos y robóticos para el desarrollo de tecnología para la rehabilitación y asistencia de personas en condición de discapacidad.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC75 Integra los elementos básicos de la robótica, sistemas de control, sensores y actuadores, en el diseño e implementación de dispositivos para la rehabilitación y asistencia		
mC78 Aplica los principios de los mecanismos en el desarrollo de tecnología asistencial y de rehabilitación.		
mC1 Asume una actitud responsable y autónoma en la formulación o ejecución de trabajos y proyectos	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC7 Realiza actividades y procesos de manera rigurosa y sistemática		
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Manipuladores robóticos.
- Interfaz hombre-Máquina (IHM).
- Algebra y geometría vectorial.
- Cinemática – movimiento de un cuerpo rígido.
- Cinemática directa.
- Cinemática inversa.
- Control cinemático.
- Dinámica de un manipulador.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas
- Desarrollo de algoritmos}
- Aprendizaje colaborativo

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Competencias	Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Comprende los conceptos fundamentales sobre los manipuladores robóticos.		A	Cuestionarios. Talleres.
Identifica los tipos de interfaz hombre máquina convencionales y no convencionales.		B	Talleres.

Explica los aspectos básicos relacionados con la descripción matemática de los manipuladores.	A	Exposiciones grupales.
Realiza correctamente la interpretación del movimiento de un cuerpo rígido.	A	Resolución de problemas. Trabajo colaborativo.
Realiza el modelado de movimiento a través de cinemática directa.	A	Resolución de problemas. Trabajo colaborativo.
Realiza el modelado de movimiento a través de cinemática inversa y cinemática diferencial.	A	Resolución de problemas. Trabajo colaborativo. Desarrollo de proyectos.
Desarrolla algoritmos que permiten el control de los manipuladores robóticos.	A	Resolución de problemas. Trabajo colaborativo. Desarrollo de proyectos.
Apropia la noción de modelado dinámico de los robots.	B	Cuestionarios. Trabajo colaborativo. Desarrollo de proyectos.
Realiza trabajo en equipo para presentar un proyecto.	A	Desarrollo de proyectos.
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• K S FU, Ralph Gonzalez, C S G Lee, Robotics: Control Sensing. Vis. 2009. • SICILIANO Bruno, Lorenzo Sciavicco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. Robotics: Modelling, Planning and Control (1st Ed.). Springer Publishing Company, 2008. • CRAIG John J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control (3rd Edition). • CORKE Peter. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB (1st Ed.). Springer Publishing Company, Incorporated. 2013.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Instrumentación Biomédica Diagnóstica

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA DIAGNÓSTICA</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td>HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 0</td><td>Prácticas: 4</td><td></td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la Real Academia de la lengua española, se define a la medicina como el "conjunto de conocimientos y técnicas aplicados a la predicción, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas y, en su caso, a la rehabilitación de las secuelas que puedan producir" (https://dle.rae.es/medicina). Ahora bien, el diagnóstico médico es un proceso cuyo principal objetivo consiste en identificar las causas de una enfermedad, por sus signos y síntomas. En este proceso los médicos recaban información a partir de los antecedentes de salud, de exámenes físicos, medición de signos vitales como también de pruebas, como análisis de sangre, biopsias, estudio de bioseñales analógicas (electrocardiogramas, electroencefalogramas, etc.) e información obtenida de imágenes médicas.

El desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica Diagnóstica, se concentra principalmente en el estudio de los dispositivos médicos de medición, registro y monitoreo de bioseñales generadas por el cuerpo humano, con el propósito de obtener información útil en el proceso médico de diagnóstico. Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a diseñar dispositivos médicos, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas del proceso de diagnóstico médico, realizando mediciones e interpretación de los datos médicos obtenidos con los dispositivos que ha diseñado, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si un instrumento de medida, registro o monitoreo queda mal diseñado o mal calibrado después de un mantenimiento, arrojará datos erróneos a partir de los cuales el médico diagnosticará incorrectamente a los pacientes.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El propósito del desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica Diagnóstica, consiste en formar a estudiantes integralmente que sean capaces de diseñar y desarrollar dispositivos médicos de medición, registro y monitoreo de bioseñales (biofísicas y bioquímicas) provenientes del cuerpo humano, que permitan obtener información útil del estado de salud de los pacientes, durante el proceso de diagnóstico médico, a partir del estudio de la tecnología que existe actualmente en el mercado nacional e internacional y que se utiliza en clínicas, hospitales y en general en instituciones prestadoras de salud (IPS).

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC80 Conoce los principios electrónicos, estadísticos y fisiológicos requeridos para el diseño de instrumentos y sistemas utilizados en la	E6	RA1, RA2, RA8, RA9

adquisición, análisis, medición e interpretación de datos de los seres humanos		
mC81 Valora los riesgos asociados a la implementación y uso de la instrumentación biomédica.		
mC84 Utiliza sensores, actuadores y sistemas de adquisición, almacenamiento, control y transmisión de señales e información biomédica		
mC3 Aplica las técnicas y los métodos de la ingeniería concurrente en el diseño y desarrollo de dispositivos médicos.		
mC131 Evalúa la normatividad que regula el diseño, la producción y la venta de productos médicos, a nivel nacional e internacional.		
mC33 Aplica los conceptos fundamentales de las técnicas de medición biomédica, en procesos de investigación y en la práctica médica que emplean sensores y sistemas de medición	E2	RA1, RA6, RA9

CONTENIDOS

- Proceso de diseño de productos médicos.
- Regulación nacional e internacional de dispositivos médicos.
- Conceptos fundamentales de las técnicas de medición biomédica.
- Fundamentos de Instrumentación Biomédica Diagnóstica.
- Transductores fisiológicos.
- Generación y adquisición de señales bioeléctricas.
- Sistemas de registro Biomédicos: Electrocardiógrafo, fonocardiógrafo, electroencefalógrafo, electromiógrafo, electrooculógrafo.
- Sistemas de monitorización de pacientes: Presión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, saturación de oxígeno.
- Medición del gasto cardíaco.
- Analizadores de función pulmonar.
- Seguridad del paciente.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral
- Práctica de laboratorio sobre técnicas de medición y análisis de datos biomédicos
- Aprendizaje basado en proyectos
- Pensamiento de diseño
- Laboratorio sobre verificación de funcionamiento y calibración de un electrocardiógrafo
- Laboratorio sobre verificación de funcionamiento y calibración de un monitor de signos vitales
- Práctica de laboratorio sobre medición del gasto cardiaco
- Práctica de laboratorio sobre analizadores de función pulmonar
- Práctica de laboratorio sobre seguridad electromédica

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Domina el proceso de diseño de dispositivos médicos	A	**Individual:** Prueba escrita

Identifica la normatividad que regula a nivel internacional y nacional aplicada a los dispositivos médicos	A	**Individual:** Prueba escrita
Domina los conceptos fundamentales de las técnicas de medición de biomédica	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo**: Informe de laboratorio
Domina los conceptos fundamentales de la instrumentación biomédica empleada en el diagnóstico clínico	A	**Individual:** Prueba escrita
Selecciona con criterios técnicos los transductores fisiológicos requeridos para medir con exactitud señales del cuerpo humano	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de adquisición de señales bioeléctricas	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de registro biomédicos	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de un electrocardiógrafo. 2.Desarrollo de proyecto de un prototipo de electrocardiógrafo 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de monitorización de pacientes	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de un monitor de signos vitales 2. Desarrollo de proyecto de un prototipo de un monitor de signos vitales. 3.Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de medición del gasto cardiaco	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:**

		1. Diseño prototipo de un medidor de gasto cardiaco 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos analizadores de la función pulmonar	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:** 1. Diseño prototipo de un analizador de función pulmonar 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Domina los conceptos de las normas IEC60601-1 (2) concernientes a la seguridad eléctrica que deben cumplir los dispositivos médicos electrónicos	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:** Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Biomedical instrumentation. Technology and applications. R.S Khandpur. 2004, McGraw-Hill. • Noninvasive instrumentation and measurement in medical diagnosis. Edited by Michael R. Neuman. 2002 CRC Press. • Fundamentals of biomedical engineering. G.S Shawhney. 2007 New Age International (P) Ltd., Publishers. • Introduction to biomedical engineering. Second Edition. Joseph D. Bronzino. 2005, Elsevier Inc. • Biomedical Engineering and Design Handbook, Volume 2. Second Edition. Myer Kutz. 2009, The McGraw-Hill. • Medical instrumentation. Application and desing. Fourth Edition. John G Webster. 2010 John Wiley & Sons. • Biomedical Sensors and Instruments. Tatsuo Togawa. Second Edition. 2011 Taylor and Francis Group.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Instrumentación Biomédica Terapéutica y de soporte

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA TERAPÉUTICA Y DE SOPORTE</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI:
8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 0</td><td>Prácticas: 4</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la Real Academia de la lengua española, se define a la medicina como el "conjunto de conocimientos y técnicas aplicados a la predicción, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas y, en su caso, a la rehabilitación de las secuelas que puedan producir" (https://dle.rae.es/medicina). Ahora bien, una vez culminado el proceso de diagnóstico médico, cuyo principal objetivo consiste en identificar las causas de una enfermedad, por sus signos y síntomas, se inicia el proceso terapéutico o curativo, que puede fundamentarse en tratamiento farmacológico, en una cirugía o en aplicar energía al cuerpo, buscando un efecto curativo.

El desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica Terapéutica y de Soporte, se concentra principalmente en el estudio de los dispositivos médicos que aplican diferentes tipos de energía (mecánica, eléctrica, magnética, lumínica, etc.), como parte del tratamiento, con el objetivo de contribuir a la curación del paciente, tales como marcapasos, desfibriladores, estimuladores eléctricos, bisturís electrónicos, litotriptores, etc. También se estudiarán los equipos de soporte empleados en el ambiente clínico/hospitalario tales como máquinas de anestesia, de hemodiálisis, incubadoras neonatales, etc.

Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a diseñar dispositivos médicos terapéuticos y de soporte, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas del proceso de tratamiento médico, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si un instrumento terapéutico o de soporte, queda mal diseñado o mal calibrado después de un mantenimiento, aplicará cantidades incorrectas de energía al cuerpo humano causando daño a los pacientes.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El propósito del desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica Terapéutica y de Soporte, consiste en formar a estudiantes integralmente que sean capaces de diseñar y desarrollar dispositivos médicos para el proceso de tratamiento, que permitan aplicar diferentes tipos de energía al cuerpo humano durante el proceso de tratamiento médico; como también los equipos de soporte, a partir del estudio de la tecnología que existe actualmente en el mercado nacional e internacional y que se utiliza en clínicas, hospitales y en general en instituciones prestadoras de salud (IPS).

<table>
<tr><th colspan="4">COMPETENCIAS</th></tr>
<tr><th colspan="2">Micro competencias</th><th>Macro competencia relacionada</th><th>Resultados de aprendizaje relacionados</th></tr>
<tr><td colspan="2">mC83 Reconoce los principios, aplicación y funcionamiento básico de los principales dispositivos de instrumentación diagnóstica basado en bioseñales, imágenes e instrumentación terapéutica y de soporte.</td><td rowspan="2">E6</td><td rowspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC5 Aplica los principios de electrónica analógica, electrónica digital, estadísticos, fisiológicos y de programación de computadores requeridos para el diseño de dispositivos y sistemas utilizados en el tratamiento con energías del cuerpo humano y en los equipos de soporte.</td></tr>
<tr><td colspan="4">CONTENIDOS
• Introducción a los dispositivos médicos terapéuticos y de soporte.
• Equipos de Electroterapia para fisioterapia.
• Equipos de Ultrasonoterapia para fisioterapia.
• Equipos de Laserterapia para fisioterapia.
• Equipos de Electrocirugía.
• Equipos de Desfibrilación Cardiaca Externos.
• Equipos de Litotricia.
• Equipos de Radioterapia.
• Máquinas de Hemodiálisis.
• Máquinas de Anestesia.
• Máquinas de Ventilación Mecánica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
• Sesión magistral.
• Pensamiento de diseño.
• Aprendizaje basado en proyectos.
• Laboratorio sobre verificación de funcionamiento de un electroestimulador TENS/TEMS.
• Laboratorio sobre verificación de funcionamiento de un equipo de ultrasonido terapéutico.
• Laboratorio sobre verificación de funcionamiento de un equipo de laser terapéutico.
• Laboratorio sobre verificación de funcionamiento y calibración de un bisturí electrónico.
• Laboratorio sobre verificación de funcionamiento y calibración de un ventilador mecánico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">SISTEMA DE EVALUACIÓN</td></tr>
<tr><th>Indicadores de aprendizaje</th><th>Ponderación*</th><th colspan="2">Estrategias de evaluación</th></tr>
<tr><td>Identifica los dispositivos médicos terapéuticos y de soporte</td><td>A</td><td colspan="2">Individual: Prueba escrita</td></tr>
<tr><td>Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de electroestimulación TENS/TEMS</td><td>A</td><td colspan="2">Individual: Prueba escrita Colaborativo:
1. Diseño prototipo de un electroestimulador TENS/TEMS. 2.Desarrollo de proyecto de un prototipo de un electroestimulador TENS/TEMS 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto.</td></tr>
</table>

		4.Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube 4. Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube
Diseña prototipos de equipos electrónicos de ultrasonido terapéutico	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de un equipo de ultrasonoterapia 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña prototipos de equipos electrónicos de laser terapéutico	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de un equipo de laserterapia 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE
Diseña y desarrolla prototipos de sistemas electrónicos de electrocirugía	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: 1. Diseño prototipo de un bisturí electrónico 2. Desarrollo de proyecto de un prototipo de un bisturí electrónico 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube
Diseña y desarrolla prototipos de equipos electrónicos de desfibrilación externa	A	Individual: Prueba escrita Colaborativo: 1. Diseño prototipo de un desfibrilador externo 2. Desarrollo de proyecto de un prototipo de un desfibrilador externo 3. Escritura artículo científico IEEE sobre el proyecto. 4.Informe de laboratorio en formato IEEE 5.Creación video en YouTube
Diseña prototipos de equipos electrónicos de litotricia	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de un equipo de laserterapia

		2. Artículo científico sobre el diseño en formato de artículo científico IEEE
Diseña prototipos de equipos electrónicos de radioterapia	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de un equipo de radioterapia 2. Artículo científico sobre el diseño en formato de artículo científico IEEE
Diseña prototipos de equipos electrónicos de máquinas de hemodiálisis	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de una máquina de hemodiálisis 2. Artículo científico sobre el diseño en formato de artículo científico IEEE
Diseña prototipos de equipos electrónicos de máquinas de anestesia	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de una máquina de anestesia 2. Artículo científico sobre el diseño en formato de artículo científico IEEE
Diseña prototipos de equipos electrónicos de ventilación mecánica	A	Individual: Prueba escrita Colaborativa: 1. Diseño prototipo de un ventilador mecánico 2. Informe de laboratorio en formato de artículo científico IEEE

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:

- Biomedical instrumentation. Technology and applications. R.S Khandpur. 2004, McGraw-Hill.
- Medical instruments and devices. Principles and Practices. Steven Schreiner. 2016 by Taylor & Francis Group.
- Medical instrumentation. Application and desing. Fourth edition. John G Webster. 2010 John Wiley & Sons, Inc.
- Rehabilitación: Agentes Físicos Terapéuticos. Martin Cordero, J.E. Editorial Ciencias Médicas, 2008.
- Electroterapia en Fisioterapia 2da Ed. Jose Maria Rodriguez Martin. Editorial Médica Panamericana, 2010.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA DE IMÁGENES MÉDICAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI:
8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 0</td><td>Prácticas: 4</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la Real Academia de la lengua española, se define a la medicina como el "conjunto de conocimientos y técnicas aplicados a la predicción, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas y, en su caso, a la rehabilitación de las secuelas que puedan producir" (https://dle.rae.es/medicina). Ahora bien, durante el proceso de diagnóstico médico, cuyo principal objetivo consiste en identificar las causas de una enfermedad, por sus signos y síntomas, se utilizan también equipos médicos con las que se obtienen imágenes médicas, que suministran información morfofisiológica de tejidos y órganos, que pueden contribuir a un diagnóstico definitivo.

El desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas, se concentra principalmente en el estudio de los dispositivos médicos que generan imágenes médicas (equipos de rayos X, la variedad de tomógrafos computados, ecógrafos, etc.), como parte del proceso de diagnóstico, con el objetivo de contribuir a identificar las causas de las patologías que afectan al paciente.

Esta actividad de aprendizaje aporta al logro de los resultados de aprendizaje del programa, y al perfil de egreso de los graduados, ya que el estudiante aprenderá a diseñar dispositivos médicos de imágenes médicas, cumpliendo con la normatividad vigente, para solucionar problemas complejos de la ingeniería biomédica, aplicando principios de las ciencias básicas, como también, métodos y técnicas propios de la ingeniería para resolver problemas del proceso de diagnóstico médico, aplicando los más altos valores éticos, en vista de que si un equipo de imágenes médicas, queda mal diseñado o mal calibrado después de un mantenimiento, producirá imágenes de tamaño y forma incorrectas induciendo al especialista médico a un error de diagnóstico.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El propósito del desarrollo de la actividad académica Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas, consiste en la formación integral del estudiante para que sea capaz de diseñar dispositivos médicos para el proceso de diagnóstico a partir de imágenes médicas, a partir del estudio de la tecnología que existe actualmente en el mercado nacional e internacional y que se utiliza en clínicas, hospitales y en general en instituciones prestadoras de salud (IPS).

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC83 Reconoce los principios, aplicación y funcionamiento básico de los principales dispositivos de instrumentación diagnóstica basado en bioseñales, imágenes e instrumentación terapéutica y de soporte.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9

mC18 Aplica los principios de electrónica analógica, electrónica digital, estadísticos, fisiológicos y de programación de computadores requeridos para el diseño de dispositivos y sistemas utilizados en la generación de imágenes médicas.		

CONTENIDOS

- Introducción a las imágenes médicas.
- Máquinas de Rayos X y Radiografía Digital.
- Tomografía Computada con Rayos X.
- Sistemas de imágenes médicas nucleares.
- Sistemas de imágenes por resonancia magnética nuclear.
- Sistemas de imágenes por ultrasonidos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Sesión magistral.
- Pensamiento de diseño.
- Laboratorio sobre verificación de funcionamiento de un equipo de rayos X.
- Laboratorio sobre verificación de funcionamiento de un equipo de ultrasonido.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Identifica los dispositivos médicos que generan imágenes médicas	A	**Individual:** Prueba escrita
Diseña prototipos de sistemas electrónicos para máquinas de rayos X.	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de un equipo de rayos X 2. Escritura artículo científico IEEE sobre el diseño. 3.Informe de laboratorio en formato IEEE 4.Creación video en YouTube.
Diseña prototipos de equipos electrónicos para equipos de tomografía computada con rayos X.	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:** 1. Diseño prototipo de un equipo de tomografía computada con Rayos X 2. Escritura artículo científico IEEE sobre el diseño.
Diseña prototipos de equipos electrónicos para máquinas de tomografía computada con medicina nuclear PET y SPECT.	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:** 1. Diseño prototipo de un equipo de tomografía computada con medicina nuclear 2. Escritura artículo científico IEEE sobre el diseño.
Diseña prototipos de equipos electrónicos para máquinas de imágenes por resonancia magnética nuclear.	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativa:** 1. Diseño prototipo de un equipo de resonancia magnética nuclear

		2. Escritura artículo científico IEEE sobre el diseño.
Diseña prototipos de equipos electrónicos para máquinas de imágenes por ultrasonidos.	A	**Individual:** Prueba escrita **Colaborativo:** 1. Diseño prototipo de un equipo de ultrasonido 2. Escritura artículo científico IEEE sobre el diseño. 3.Informe de laboratorio en formato IEEE 4.Creación video en YouTube.
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Biomedical instrumentation. Technology and applications. R.S Khandpur. 2004, McGraw-Hill. • Fundamentals of biomedical engineering. G.S Shawhney. Copyright © 2007, New Age International (P) Ltd., Publisher. • Biomedical technology and devices handbook. Edited by James Moore and George Zouridakis 2004 by CRC Press LLC. • Biomedical Engineering and Design Handbook, Volume 2 Second Edition, Biomedical Engineering Fundamentals. Myer Kutz. 2009, by The McGraw-Hill. • Introduction to biomedical engineering Second Edition. Joseph D. Bronzino. Copyright 2005, Elsevier Inc. • Noninvasive instrumentation and measurement in medical diagnosis. Edited by Michael R. Neuman. © 2002 by CRC Press LLC. • Medical instrumentation. application and desing. Fourth edition. John G Webster. 2010 John Wiley & Sons, In.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

ELECTIVAS DISCIPLINARES

ÉNFASIS INFORMÁTICA MÉDICA

Universidad Industrial de Santander



Tecnologías de la información y la comunicación en salud

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN SALUD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Base de datos</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI:8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 3</td><td>Prácticas: 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Las tecnologías de la información y la comunicación – TIC, son un conjunto de recursos físicos e informáticos que permiten el almacenamiento, procesamiento y transmisión de información. Estas tecnologías han permeado en el área de la salud, permitiendo el desarrollo de herramientas para administrar procesos, crear historias clínicas, generar acceso de la información en diferentes departamentos, lo cual impacta en criterios únicos que progresivamente han mejorado la prestación de servicios de salud en lo que respecta a la estructuración y el acceso a la información médica. Obligatoriamente el ingeniero biomédico tendrá contacto en su práctica profesional con diferentes aplicaciones de las TIC, por lo que se hace necesario que conozca lo fundamentos y herramientas más utilizadas en el ambiente clínico con el objetivo de que pueda establecer sus alcances y aplicabilidad a contextos específicos.

Además, es de gran importancia que el ingeniero comprenda como la tecnología influye en el desarrollo social para que propenda por el uso responsable de esta y contribuir a sus obligaciones como ciudadano y profesional.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Adquirir conocimientos acerca de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el sector salud, así como comprender esquemas y arquitecturas de base tecnológica que apoyen procesos en el sistema de salud, desde funcionalidades estándares hasta la incorporación de nuevos mecanismos 4.0 para dar un mayor impacto a los procesos intervenidos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC46 Reconoce las tecnologías actuales e identifica los nuevos desarrollos para dar soluciones a problemas en el contexto de la salud</td><td rowspan="2">E3</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC49 Usa adecuadamente las herramientas tecnológicas que permitan simular el comportamiento de procesos y dispositivos para uso biomédico y su validación</td></tr>
<tr><td>mC129 Conoce los principios básicos, fases, cualidades y tipos de sistemas informáticos aplicados al área de la salud</td><td>E7</td><td colspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
</table>

mC141 Conoce los principales estándares y protocolos para la transferencia de información médica		
mC124 Asume una actitud responsable, ética y autónoma frente a la creación y aplicación de la tecnología para la solución de problemas de la salud.	C1	RA4
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Fundamentos de TIC.
- TIC en salud.
- Conceptos básicos de un sistema de información - SI: elementos, estructura y ciclos de vida.
- Cualidades de un SI: Tolerancia de fallos, escalabilidad, y robustez.
- Tipos de sistemas de información.
- Sistemas de información hospitalaria – HIS.
- Sistemas de información en radiología – RIS.
- Sistema de archivo y comunicación de imágenes – PACS y estándar DICOM.
- Estándares y protocolos de información.
- Registro Médico Electrónico.
- Integración de sistemas e interoperatibilidad.
- Sistemas de prescripción y medicación electrónica.
- Aplicación 1. Modelos para soporte al diagnóstico.
- Aplicación 2. Modelos epidemiológicos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Estudio de casos
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Describe los principios, recursos y aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación.	A	• Mapa conceptual
Explica las aplicaciones e implicaciones de las TIC en el área de la salud.	B	• Participación en debate
Describe las características principales y fases de los sistemas de información.	A	• Taller
Identifica las cualidades deseables en un sistema de información.	B	• Taller
Identifica los tipos de sistemas de información y su aplicación.	B	• Taller
Identifica las características de los RIS y su aplicación en la práctica clínica.	A	• Exposición grupal
Identifica las características de los HIS y sus campos de aplicación en el ambiente hospitalario.	A	• Exposición grupal

Identifica las características del estándar DICOM y su articulación con los PACS.	A	• Exposición grupal
Describe las principales características de los estándares y protocolos para la comunicación segura de información médica.	A	• Exposición grupal
Explica los conceptos técnicos relacionados con la incertidumbre de medición.	B	• Taller
Realiza el procedimiento establecido por la GUM para estimar la incertidumbre de medida.	B	• Taller
Identifica aspectos claves de la legislación colombiana para garantizar el aseguramiento metrológico de equipos biomédicos.	B	• Talleres
Implementa modelos básicos para el soporte al diagnóstico a partir de información médica.	B	• Taller práctico
Implementa modelos epidemiológicos básicos a partir de información médica.	B	• Taller práctico
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Fundamentos de tecnologías de información: Viviendo en una sociedad tecnológica. Virna Gil. Editorial digital tecnológico de Monterrey. • El establecimiento de sistemas de información en servicios de atención de salud. Organización Mundial de la Salud. 1999 • Introducción a la informática (4a. ed.). Prieto Espinosa, A McGraw-Hill España. 2013. • Hospital Information Systems: A Concise Study. S.A. Kelkar. PHI. 2010. • Información radiológica del paciente en servicios de salud: retos, problemas y soluciones tecnológicas. Doña-Fernández, J. 2018. • PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications. H. K. Huang. 2004. • Principles of Health Interoperability: FHIR, HL7 and SNOMED CT. Tim Benson, Grahame Grieve · 2020. • Registros Médicos Electrónicos: Sumario Grupo de Trabajo RME 2014/2017. • RELACSIS. Organización Panamericana de la Salud. Washington DC: OPS, © 2016. • El establecimiento de sistemas de información en servicios de atención de salud. Organización Mundial de la Salud. 1999.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Telesalud

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
TELESALUD</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Base de datos</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La telesalud consiste en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para acceder a servicios de atención médica. La prestación de servicios de telesalud ha demostrado ser un mecanismo eficiente para acceder a servicios de salud en sitios remotos, pero además para garantizar la integridad de los usuarios, frente a situaciones atípicas como la reciente pandemia causada por el COVID-19. De hecho, estos mecanismos tecnológicos de comunicación y digitalización de la información médica son hoy en día una apuesta realista, robusta e inmediata en nuestro territorio para mitigar el marcado déficit de infraestructura y de especialistas clínicos para el diagnóstico y seguimiento de patologías de cuidado general y especial, y de esta manera proponer soluciones a las instituciones prestadoras de servicios de salud reconociendo sus limitaciones.

Por la creciente demanda de servicios de telesalud, es de gran relevancia que el ingeniero biomédico cuente con las capacidades para proponer, estructurar y gestionar este tipo de servicios. Conocer los principales protocolos de comunicación, infraestructuras disponibles y categorías de prestación que le permitirá adelantar procesos de apropiación tecnológica e innovación enmarcados en el apoyo clínico remoto y soportado por tecnologías de la información. Lo anterior, reconociendo la normativa y legislación para su implementación en el territorio, siendo consciente de gestionarlos con responsabilidad ética, considerando las implicaciones en el apropiado tratamiento de datos y previendo los riesgos asociados a la seguridad del usuario.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Formar competencias para reconocer los fundamentos de la telemedicina y la salud digital y comprender las principales arquitecturas de comunicación y digitalización que permitan la prestación de servicios remotos de salud, garantizando la agilidad, robustez y transparencia en el uso de la información para la atención de usuarios. Además, pretende mostrar al estudiante sus posibilidades creativas y de innovación en esta creciente área.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC4 Reconoce los principios éticos y responsabilidades legales de su profesión</td><td>E1</td><td>RA2, RA3, RA4, RA8</td></tr>
</table>

mC13 Interpreta las necesidades asociadas a una situación para dimensionar el problema de diseño, sus restricciones y especificaciones y su potencial solución.		
mC14 Identifica restricciones de tipo económico, temporal, legal, ambiental, técnico, social y las relativas a la salud humana para formular especificaciones de diseño, proponer alternativas de solución y seleccionar más adecuada.		
mC47 Reconoce los principios fundamentales y aplicación de la telemedicina y la salud digital.	E3	RA1, RA8, RA9
mC50 Entiende las características de los roles en un equipo multidisciplinario del área de ingeniería clínica y las relaciones que surgen en este ambiente de trabajo.	E4	RA1, RA2, RA8, RA9
mC70 Conoce los principios de los principales dispositivos y métodos de regulación, restablecimiento, complemento y reemplazo de funciones.	E5	RA1, RA2, RA8, RA9
mC83 Reconoce los principios, aplicación y funcionamiento básico de los principales dispositivos de instrumentación diagnóstica basado en bioseñales, imágenes e instrumentación terapéutica y de soporte.	E6	RA1, RA2, RA8, RA9
mC104 Conoce los principios y la aplicación de sistemas informáticos que pueden ser utilizados para la solución de problemas biomédicos	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC116 Conoce los principios y la aplicación de los principales materiales que se usan con un propósito médico.	E8	RA1, RA2, RA8
mC121 Reconoce y analiza dilemas y situaciones asociadas a problemas actuales a nivel ambiental, social, cultural y económico teniendo en cuenta el modelo político del estado colombiano.	C1	RA4
mC134 Se expresa verbalmente con claridad y argumenta con propiedad para dar a conocer su punto de vista	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Conceptos fundamentales de Telemedicina y Salud Digital.
- Normatividad nacional e internacional.
- Áreas de aplicación: domiciliario, pre-hospitalario.
- Áreas de aplicación: urgencias, cuidado del paciente, ayudas diagnósticas.
- Arquitecturas de comunicación. Conceptos básicos y requerimientos en telesalud.
- Montaje de una arquitectura de comunicación básica.
- Validación de recepción y garantías de la comunicación
- Telemedicina interactiva y no interactiva.
- Telexperticia. Aplicaciones comerciales y usos típicos.
- Telemonitorización. Conceptos, aplicaciones y fundamentos.
- Practica para lectura, procesamiento y transmisión de un sensor.
- Telemedicina para la prescripción de medicamentos.
- Arquitecturas y sistemas de información para administración de medicamentos.
- Teleorientación y teleapoyo como actividades en salud digital.

- Practica para reconocer una acción de teleorientación. Cuidados y requerimientos.
- Monitoreo de intervenciones en salud digital.
- Evaluación de intervenciones en salud digital.
- mHealth: Salud móvil (mobile health).
- Aplicaciones y usos en tecnología móvil para el cuidado de la salud.
- pHealth: Salud personalizada (personalized health).
- Caso de uso. parte-1: Análisis poblacional de una patología.
- Caso de uso. parte-1: Ajuste personalizado según cambios personales y variables poblacionales.
- Casos de éxito de telesalud en Colombia.
- Oportunidades de telesalud en Colombia.
- Proyecto en telesalud.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Estudio de casos
- Mentoría

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Reconoce el aporte histórico de la ingeniería biomédica a la sociedad.	B	• Participación en debate
Describe las áreas de desempeño de un ingeniero biomédico.	B	• Prueba escrita
Describe los principios y las aplicaciones de la instrumentación en el área biomédica.	B	• Exposición grupal
Describe los principios y las aplicaciones de la biomecánica en el área biomédica.	B	
Describe los principios y las aplicaciones de los materiales utilizados el área biomédica.	B	
Describe los principios y las aplicaciones de los sistemas informáticos aplicados al área biomédica.	B	
Describe los objetivos y actividades propias de un profesional en ingeniería clínica.	B	• Exposición grupal
Explica cuáles son sus principales responsabilidades con la sociedad desde su práctica profesional.	A	• Cuestionario
Interpreta situaciones en las cuales se presentan dilemas éticos en el contexto profesional.	A	
Explica los recursos básicos a tener en cuenta para la formulación de proyectos de ingeniería.	B	• Talleres
Describe los aspectos claves a tener en cuenta en un problema de ingeniería biomédica para proponer una solución.	A	• Participación en debate
Expone una idea con claridad.	B	

Realiza la formulación básica de un proyecto para solucionar un problema biomédico.	A	• Presentación de informe • Exposición grupal
Realiza trabajo en equipo para presentar un tema.	B	
Realiza informes escritos de experiencias prácticas.	B	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Ingeniería Biomédica. Sachan (Spanish Edition). 2020. • Bioética: teorías y principios. Jennifer Hincapié y María de Jesús Medina. Universidad Nacional Autónoma de México. 2019. • Formulación de proyectos de inversión en ciencia tecnología e innovación. Javier Villamizar Ramírez. 2015. • Telemedicina: Ingeniería biomédica. Pedro A. Carrión PéreZ. 2009.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: A: Vital; B: Importante; C: Complementario.

Análisis de imágenes médicas

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
ANÁLISIS DE IMÁGENES MÉDICAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
• Procesamiento de señales multidimensionales
• Estructura de datos</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td>HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 0</td><td>Prácticas: 4</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
Las imágenes médicas son hoy en día una de las principales herramientas para soportar diagnósticos, hacer seguimiento de pacientes, estimar pronósticos e incluso para abordad el estudio de nuevos biomarcadores relacionados con afecciones desafiantes, en cuanto a su caracterización. Es así, que hoy en día en muchos de los servicios hospitalarios es imprescindible el uso y fundamento de los análisis, soportados por dichas secuencias imagenológicas. Siendo así de gran relevancia para el ingeniero biomédico reconocer los fundamentos de captura de los diferentes dispositivos imagenológicos, sus representaciones visuales y los principales usos y aplicaciones en los servicios clínicos. Además, con el objetivo de apoyar la práctica clínica en múltiples especialidades médicas, es importante que el ingeniero esté capacitado para manipular los protocolos de indexación, almacenamiento y visualización de estas secuencias, así como las principales estrategias para el análisis de las imágenes médicas que permita mejorar la observación de hallazgos visuales en tareas de diagnóstico y predicción de enfermedades.
z
Además, esta área del conocimiento le permitirá al ingeniero biomédico tener la capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos usando tecnologías emergentes, siempre consciente de la importante responsabilidad que se adquiere al manipular datos de pacientes.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
Comprender los principios de captura y la representación de las imágenes médicas diagnósticas, los protocolos de indexación y registro de estas secuencias, así como también las estrategias básicas para su procesamiento y realce, involucrando algoritmos emergentes de análisis inteligente para la caracterización de hallazgos visuales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="2">mC30 Selecciona y utiliza herramientas matemáticas y recursos computacionales adecuados para la obtención, el procesamiento, análisis de la información, la comprobación de hipótesis y la interpretación de resultados que apoyen el diseño, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería biomédica.</td><td>E2</td><td>RA1, RA6, RA9</td></tr>
</table>

mC36 Identifica, analiza, formula modelos multimodales que integren diferentes fuentes de información médica para soportar procesos en la rutina clínica.		
mC88 Demuestra un comportamiento ético y profesional en el uso de datos de los pacientes en sistemas informáticos.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC91 Conoce los fundamentos para la adquisición, almacenamiento, procesamiento y análisis de las imágenes médicas.		
mC10 Comprende los principios técnicos y funcionales de los sistemas, métodos y procedimientos que se utilizan en procesos prevención, diagnóstico, terapia y rehabilitación.	E1	RA2, RA3, RA4, RA8
mC127 Utiliza métodos cuantitativos para solucionar problemas.	G1	RA1, RA6, RA9

CONTENIDOS

- Imágenes médicas, filtros y preprocesamientos básicos.
- Similitud, características y clasificación de imágenes como tareas básicas de soporte diagnóstico.
- Imágenes diagnósticas: RX, resonancias, CT y ultrasonido.
- Imágenes espaciotemporales e histopatológicas.
- Las imágenes médicas en modelos multimodales con otras variables clínicas

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje basado en problemas
- Sesión magistral
- Uso de paquetes computacionales

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Explica los principios de las imágenes médicas, así como las herramientas básicas de operación, filtrado y preprocesamiento	A	• Taller práctico
Identifica las principales modalidades de imágenes diagnósticas y los mecanismos para soportar tareas de análisis y diagnóstico	A	• Taller práctico
Reconoce las características multidimensionales de las imágenes histopatológicas, así como su procesamiento, codificación y análisis.	B	• Taller práctico
Explica modelos multimodales capaces de involucrar información clínica con patrones visuales para soportar tareas médicas.	B	• Informe de experiencia
Comprende los mecanismos computacionales que permiten soportar tareas de similitud, caracterización y segmentación de imágenes	B	• Informe de experiencia

Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.

BIBLIOGRAFÍA:
• Suetens, P. (2017). Fundamentals of medical imaging. Cambridge university press. • Ker, J., Wang, L., Rao, J., & Lim, T. (2017). Deep learning applications in medical image analysis. Ieee Access, 6, 9375-9389. • Dhawan, A. P. (2011). Medical image analysis. John Wiley & Sons. • Dey, N., Ashour, A. S., Kalia, H., Goswami, R. T., & Das, H. (Eds.). (2018). Histopathological image analysis in medical decision making. IGI Global.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

ELECTIVAS DISCIPLINARES

ÉNFASIS BIOMATERIALES

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Biocompatibilidad de Biomateriales

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BIOCOMPATIBILIDAD DE BIOMATERIALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La Biocompatibilidad es la disciplina que permite identificar la respuesta del huésped a diferentes biomateriales, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. El curso está centrado en el diseño y estudio de la biocompatibilidad de biomateriales, junto con la comprensión actual sobre cómo controlar la respuesta del sistema inmunitario. Las secciones proporcionan los conceptos fundamentales y los desafíos de la biocompatibilidad de los biomateriales, el papel de las propiedades fisicoquímicas de los biomateriales en las respuestas celulares, tisulares y en sistemas complejos.

Este curso les permitirá a los estudiantes de ingeniería biomédica obtener competencias necesarias para evaluar y utilizar biomateriales que sean biocompatibles para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área biomédica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El presente curso busca introducir a los estudiantes de ingeniería biomédica en los conceptos y herramientas necesarias para comprender la importancia de la biocompatibilidad en el proceso de desarrollo de los biomateriales para su uso en células, tejidos, sistemas y organismos. Este curso le proporcionará al estudiante los elementos teóricos y prácticos esenciales para poder formular biomateriales biocompatibles y seguros.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC112 Evaluar la biocompatibilidad de un material a partir de su caracterización.</td><td rowspan="3">E8</td><td rowspan="3">RA1, RA2, RA8</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC107 Conoce los fundamentos de la biología celular y tisular, principalmente los relacionados con la tipología, estructura, función y procesos de regeneración y restauración.</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC113 Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC101 Analiza y representa gráficamente datos ómicos, interpreta los resultados que resulten de su análisis integrativo y presenta conclusiones que pueden ser incluidos en un trabajo científico.</td><td>E7</td><td>RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
</table>

mC95 Integra datos ómicos y clínicos para mayor comprensión de los fenómenos biológicos.		
mC96 Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Principios de Biocompatibilidad.
- Interacción célula-biomateriales.
- Respuesta celular a los biomateriales.
- Respuesta tisular a los biomateriales.
- Biocompatibilidad de biomateriales en modelos animales.
- Patobiología y respuesta a la lesión tisular.
- Cicatrización de heridas.
- Respuestas patobiológicas a los implantes.
- Regulación de biocompatibilidad para Biomateriales.
- Proyecto de aula.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Sombra
- Entrenamiento programado
- Juego de roles
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Conoce los términos y principios básicos de la biocompatibilidad de biomateriales	A	• Cuestionarios
Analiza las interacciones que se pueden presentar entre células-biomateriales	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Conoce las respuestas celulares que pueden desencadenar los biomateriales	A	• Talleres-resolución de problemas
Realiza análisis de los procesos de respuesta tisular frente a los biomateriales	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Realiza análisis de los procesos de biocompatibilidad los biomateriales en modelos animales	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Analiza las respuestas frente a una lesión tisular a nivel patológico	A	• Cuestionarios

		• Talleres-resolución de problemas
Conoce los procesos de cicatrización de heridas empleando biomateriales	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Conoce las respuestas patológicas que se desencadenan tras la incorporación de implantes	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Reconoce la legislación y regulación para los ensayos de biocompatibilidad empleando biomateriales	A	• Cuestionarios • Talleres-resolución de problemas
Aplica el método científico empleando herramientas para la evaluación de la biocompatibilidad de los biomateriales	A	• Desarrollo de proyecto de aula
Integra herramientas para realizar ensayos de biocompatibilidad para la resolución de una hipótesis planteada.	A	
Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas en el proyecto de aula.	A	
Trabaja en equipo para generar un resultado favorable de proyecto de aula final de la actividad académica.	A	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
Handbook of Biomaterials Biocompatibility. A volume in Woodhead Publishing Series in Biomaterials Book. 2020. Editor: Masoud Mozafari. eBook ISBN: 9780081029688 Paperback ISBN: 9780081029671. Biomaterials Science and Biocompatibility. ISBN: 978-1-4612-0557-9. Authors: Frederick H. Silver, David L. Christiansen. Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. William R. Wagner, Guigen Zhang, Shelly E. Sakiyama-Elbert, and Michael J. Yaszemski. Fourth Edition, Elsevier, Academic Press, 2020. Introduction to Biomaterials: Basic Theory with Engineering Applications. C. Mauli Agrawal, Joo L. Ong, Mark R. Appleford, and Gopinath Mani. Cambridge, University Press, 2014.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: A: Vital; B: Importante; C: Complementario.

Ingeniería de Tejidos

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
INGENIERÍA DE TEJIDOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:

Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La ingeniería tisular es un campo multidisciplinar que aplica los principios de la ciencia de la vida, la ingeniería y la ciencia básica en el desarrollo de sustitutos tisulares viables para restaurar, mantener o mejorar la función de los tejidos humanos.

Este curso está diseñado para proporcionar un conocimiento básico de los diferentes tejidos y órganos, y una introducción a la ingeniería de tejidos, incluyendo: cultivo de células, dinámica e interacciones estructurales, el papel del microambiente del tejido, las células madre, genes y terapias celulares. Este curso les permitirá a los estudiantes de ingeniería biomédica obtener competencias necesarias para evaluar y utilizar biomateriales para el diseño y fabricación de tejidos útiles en el tratamiento de enfermedades.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El presente curso busca introducir a los estudiantes de ingeniería biomédica en las herramientas básicas necesarias para el desarrollo de tejidos y sus aplicaciones clínicas con el fin de proporcionar a los estudiantes los elementos teóricos y prácticos esenciales para la comprensión y manejo de sustitutos tisulares para restaurar, mantener o mejorar una función de los tejidos humanos, adquiriendo los conocimientos más relevantes de ingeniería tisular en el área biomédica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC107 Conoce los fundamentos de la biología celular y tisular, principalmente los relacionados con la tipología, estructura, función y procesos de regeneración y restauración</td><td rowspan="3">E8</td><td colspan="2" rowspan="3">RA1, RA2, RA8</td></tr>
<tr><td>mC108 Aplica los conocimientos en biología celular y tisular para realizar combinación de células para elaborar tejidos artificiales.</td></tr>
<tr><td>mC113 Evalúa y selecciona los materiales en función de sus características y uso biomédico al que se destina o su potencial aplicación, atendiendo las normas y regulaciones y criterios económicos y de seguridad.</td></tr>
<tr><td>mC95 Integra datos ómicos y clínicos para mayor comprensión de los fenómenos biológicos.</td><td rowspan="2">E7</td><td colspan="2" rowspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC96 Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.</td></tr>
</table>

mC101 Analiza y representa gráficamente datos ómicos, interpreta los resultados que resulten de su análisis integrativo y presenta conclusiones que pueden ser incluidos en un trabajo científico.		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a los tejidos y medicina regenerativa.
- Tejidos: unidades morfológicas y funcionales.
- Interacciones célula-MEC.
- Procesos que limitan y controlan el funcionamiento de células y tejidos.
- Sistemas y órganos: unidades morfológicas y funcionales.
- Diseño de las unidades funcionales y artificiales de tejidos.
- Medicina Regenerativa.
- Células madre-ingeniería genética.
- Biomateriales para la ingeniería de tejidos.
- Terapia génica en tejidos artificiales.
- Control de calidad y bioseguridad.
- Proyecto de aula.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Sombra
- Entrenamiento programado
- Juego de roles
- Estudio de caso.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Conoce los términos básicos de la ingeniería tisular y la medicina regenerativa.	A	Cuestionarios
Conoce los diferentes tejidos y su funcionalidad integral.	A	Cuestionarios- Talleres-resolución de problemas
Conoce las interacciones de las células con su entorno para la conformación de tejidos funcionales.	A	Talleres-resolución de problemas
Realiza análisis de los procesos que controlan el funcionamiento tisular.	A	Cuestionarios- Talleres-resolución de problemas
Conoce la integración de tejidos en órganos a nivel morfológico y funcional.	A	Cuestionarios- Talleres-resolución de problemas
Reconoce las necesidades tisulares para el diseño de unidades funcionales.	A	Cuestionarios- Talleres-resolución de problemas

Conoce métodos para generar regeneración de tejidos.	A	Cuestionarios- Talleres- resolución de problemas
Analiza la importancia de la ingeniería genética y el uso de células madre para la funcionalidad tisular.	A	Cuestionarios- Talleres- resolución de problemas
Reconoce la importancia de los biomateriales en el desarrollo tisular.	A	Cuestionarios- Talleres- resolución de problemas
Integra protocolos de la terapia génica como alternativa biomédica.	A	Cuestionarios- Talleres- resolución de problemas
Reconoce la legislación y regulación para el desarrollo de biomateriales con uso en la ingeniería tisular.	A	Cuestionarios- Talleres- resolución de problemas
Aplica el método científico empleando conocimientos de ingeniería tisular.	A	Desarrollo de proyecto de aula
Integra herramientas para desarrollo de tejidos para la resolución de una hipótesis planteada.	A	
Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas en el proyecto de aula.	A	
Trabaja en equipo para generar un resultado favorable de proyecto de aula final de la actividad académica.	A	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
-Fawcett, Don W., and Ronald P. Jensh. Bloom and Fawcett's Concise Histology. 2nd ed. Arnorld. 2002. -Junqueira, Luiz Carlos Uchoıa, and Joseı Carneiro. Histologiıa Baısica. 12ª ed. Elsevier. Panamericana. 2015. -Saltzman, W. Mark. Tissue Engineering Engineering Principles for the Design of Replacement Organs and Tissues. Oxford OP. 2004. - Biomaterials and Tissue Engineering Sang Jin Lee, James J. Yoo & Anthony Atala Chapter First Online: 15 September 2017.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Biomateriales Poliméricos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **INGENIERÍA BIOMÉDICA**			
Nombre de la actividad académica: **BIOMATERIALES POLIMÉRICOS**			
CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 4
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS:
HIP: 4		HTI: 8	Ninguno
Teóricas: 4	Prácticas: 0		

JUSTIFICACIÓN

Debido a su extraordinaria versatilidad, los materiales poliméricos se han convertido en un área intensa de investigación a nivel mundial, dominando los campos de los elastómeros, fibras artificiales, adhesivos y materiales de embalaje. Actualmente, los polímeros biocompatibles y biodegradables están conquistando también el área de la medicina clínica, por ejemplo, en el desarrollo de sistemas de administración controlada de fármacos, terapias celulares, ingeniería de tejidos, impresión de órganos, así como la fabricación de dispositivos microelectrónicos, entre otros.

La versatilidad de los polímeros ha permitido su uso como sustitutos de materiales metálicos o cerámicos en diversas aplicaciones biomédicas, ya que propiedades como longitud de cadena, peso molecular, resistencia a la corrosión, tenacidad, cristalinidad y forma, pueden ser modificadas controlando las condiciones de fabricación del polímero. Debido a su creciente relevancia en el desarrollo y optimización de dispositivos biomédicos, es importante para el ingeniero biomédico conocer las principales familias de polímeros investigados y empleados en biomedicina, comprendiendo a profundidad la relación entre sus métodos de fabricación, su estructura y sus propiedades, con el fin de consolidar el conocimiento necesario que permita aprovechar eficientemente estos materiales en el diseño y mejoramiento de dispositivos biomédicos.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

Desarrollar competencias en los estudiantes del programa de ingeniería biomédica para relacionar los métodos de fabricación y propiedades de los materiales poliméricos que dominan el avance del desarrollo de dispositivos biomédicos con sus aplicaciones en el diseño y mejoramiento de estos.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC109 Interpreta información técnica de los materiales a partir de los cuales están elaborados los dispositivos y equipos biomédicos.	E8	RA1, RA2, RA8
mC110 Conoce las principales variables que determinan o describen la composición, estructura, propiedades, síntesis o procesado de los principales biomateriales y sus compuestos.		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC136 Ubica y selecciona la información requerida y la usa de manera eficiente para cumplir una tarea específica de manera ética y responsable.	G3	RA2, RA6, RA8

CONTENIDOS

- Importancia de los polímeros en la preparación de dispositivos médicos para uso en el cuerpo humano: polímeros naturales, polietileno, polipropileno, poliuretanos, polidimetilsiloxano, poliamidas, polimetilmetacrilato, fluoruro de polivinilideno.

- Uso de biopolímeros para el desarrollo de materiales biodegradables para aplicaciones biomédicas:
  - materiales basados en quitosano;
  - materiales basados en alginato;
  - materiales basados en celulosa;
  - materiales basados en colágeno.

- Hidrogeles inyectables para aplicaciones en ingeniería de tejidos:
  - métodos de síntesis y propiedades de los hidrogeles inyectables;
  - métodos de entrecruzamiento químico;
  - métodos de entrecruzamiento físico.

- Nanopartículas poliméricas para aplicaciones terapéuticas:
  - síntesis y caracterización de nanopartículas poliméricas;
  - nanopartículas poliméricas sensibles a estímulos;
  - aplicaciones biomédicas de las nanopartículas poliméricas.

- Polímeros inteligentes para aplicaciones biomédicas:
  - tipos de materiales poliméricos inteligentes;
  - aplicaciones dentales;
  - aplicaciones ortopédicas;
  - aplicaciones en entrega controlada de fármacos;
  - aplicaciones en el cuidado de heridas cutáneas;
  - aplicaciones cardiovasculares;
  - aplicaciones en ingeniería de tejidos;
  - aplicaciones en implantes oculares.

- Biomateriales poliméricos para el tratamiento de enfermedades autoinmunes y desórdenes neurológicos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Lectura de textos
- Aprendizaje basado en problemas
- Exposiciones grupales
- Debate
- Aprendizaje colaborativo

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación

Identifica las principales familias de materiales poliméricos utilizadas en biomedicina, relacionando su estructura y propiedades con sus aplicaciones en ingeniería biomédica.	A	• Talleres
Explica los principios que gobiernan las propiedades biodegradables y bioquímicas de los polímeros naturales para determinar su aplicación en el desarrollo de dispositivos biomédicos.	A	• Talleres • Cuestionarios
Relaciona la estructura y métodos de fabricación de hidrogeles inyectables y nanopartículas poliméricas con sus ventajas y limitaciones al aplicarse en el diseño y desarrollo de dispositivos/terapias biomédicas.	A	• Talleres
Relaciona la estructura y propiedades de los polímeros inteligentes con sus ventajas y limitaciones al aplicarse en el diseño y desarrollo de dispositivos biomédicos.	B	• Talleres • Cuestionarios
Identifica los fundamentos prácticos de la caracterización de un polímero inteligente, los cuales permiten establecer su desempeño en una aplicación biomédica específica.	B	• Talleres • Cuestionarios
Examina literatura científica mediante la búsqueda de información en bases de datos, dirigida a una actualización continua en el área de los biomateriales poliméricos.	C	• Proyecto de Investigación: reporte escrito y presentación
Usa el lenguaje escrito para elaborar un reporte, cumpliendo normas gramaticales y ortográficas.	A	• Proyecto de investigación: Reporte
Presenta para un rango amplio de audiencias, usando el lenguaje corporal y las habilidades de expresión oral apropiadas para mantener la atención de la audiencia.	A	• Proyecto de investigación: presentación
Relaciona los avances tecnológicos en el área de los biomateriales poliméricos para lograr una implementación de estos en el desarrollo de nuevos dispositivos y alternativas terapéuticas.	B	• Proyecto de Investigación • Talleres
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
-Fawcett, Don W., and Ronald P. Jensh. Bloom and Fawcett's Concise Histology. 2nd ed. Arnorld. 2002. -Junqueira, Luiz Carlos Uchoa, and Jose Carneiro. Histología Básica. 12ª ed. Elsevier. Panamericana. 2015. -Saltzman, W. Mark. Tissue Engineering Engineering Principles for the Design of Replacement Organs and Tissues. Oxford OP. 2004. - Biomaterials and Tissue Engineering Sang Jin Lee, James J. Yoo & Anthony Atala Chapter First Online: 15 September 2017.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

ELECTIVAS DISCIPLINARES

ÉNFASIS BIOINFORMÁTICA

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Universidad Industrial de Santander



Bioinformática Básica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre de la actividad académica:

BIOINFORMÁTICA BÁSICA

CÓDIGO:			NÚMERO DE CRÉDITOS: 4
INTENSIDAD HORARIA SEMANA			REQUISITOS:
HIP: 4		HTI: 8	Ninguno
Teóricas: 2	Prácticas: 2		

JUSTIFICACIÓN

La bioinformática, es una de las nuevas ramas de las ciencias biológicas, la cual ha surgido como consecuencia de la generación de métodos experimentales de generación masiva de información y la necesidad de herramientas computacionales para el procesamiento, análisis e interpretación eficiente de los mismos. A pesar de su reciente desarrollo, esta es una de las disciplinas que actualmente más ha contribuido al desarrollo del conocimiento en las ciencias biomédicas. Gracias a esto ha sido posible, la creación de grandes bases de datos de información biomédica, lo cual a su vez ha generado la necesidad del desarrollo e implementación de herramientas bioinformáticas para el acceso, análisis y procesamiento de esta información para ser utilizada con fines de comparación, corroboración e identificación de nueva información en forma rápida, confiable y simplificada.

La gran cantidad de datos que se generan cada día, la complejidad de dicha información y la enorme complejidad de los procesos biológicos que ellos representan plantean la necesidad de hacer análisis de datos que en su conjunto son los elementos de los llamados "sistemas complejos" cuyo manejo y comprensión, para la generación conocimiento nuevo, es imposible para el intelecto humano sin la ayuda de los métodos computacionales. Por lo tanto, resulta esencial para el cumplimiento de las competencias del ingeniero biomédico con énfasis en bioinformática, manejar las herramientas computacionales básicas de manejo de información biomédica para el desenvolvimiento exitoso en su quehacer profesional.

PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA

El presente curso busca introducir a los estudiantes de ingeniería biomédica en el manejo de las herramientas básicas de Bioinformática, con el fin de proporcionar a los estudiantes los elementos teóricos y prácticos esenciales para la comprensión y manejo de algunos métodos de bioinformática para el procesamiento de la información experimental y el acceso a las bases de datos más relevantes de información biomédica.

COMPETENCIAS

Micro competencias	Macro competencia relacionada	Resultados de aprendizaje relacionados
mC90 Identifica bases de datos biológicas no redundantes, completas y verídicas para visualizar, manipular y extraer datos que puedan ser objeto del análisis bioinformático para apoyar la resolución de problemas biomédico.	E7	RA1, RA2, RA8, RA9
mC97 Recopila, integra y preprocesa datos biomédicos para la construcción de un almacén de datos biológicos.		

mC89 Conoce los principios básicos de la estructura, función y procesos de la célula y los sistemas biológicos y las técnicas básicas para su estudio.		
mC27 Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.	E2	RA1, RA6, RA9
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a la Bioinformática.
- Bases de datos.
- Manejo de secuencias in sillico.
- Métodos y análisis de mutaciones y polimorfismos.
- Diseño de procedimientos de Clonación in sílico.
- Diseño y evaluación de cebadores *in silico.*
- Aplicaciones del análisis evolutivo.
- Clasificación funcional de proteínas.
- Proyecto de aula.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Entrenamiento programado
- Juego de roles
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Conoce los términos básicos de la bioinformática.	A	• Cuestionarios
Evalúa los datos extraídos de las bases de datos empleando las herramientas bioinformáticas.	A	• Talleres-resolución de problemas
Integra información de datos de secuencias de ADN y ARN.	A	• Talleres
Conoce herramientas informáticas para el procesamiento de secuencias e identificación de polimorfismos y mutaciones.	A	• Talleres
Identifica herramientas para procesos de clonación in silico.	A	• Talleres-resolución de problemas
Evalúa información de secuencias génicas para la elaboración de cebadores.	A	• Talleres, resolución de problemas
Realiza análisis evolutivo para determinar asociaciones filogenéticas,	A	• Talleres
Evalúa *in silico* secuencias de proteínas y la clasifica de acuerdo con su función	A	• Talleres

Aplica el método científico empleando herramientas de bioinformática básicas.	A	• Desarrollo de proyecto
Integra herramientas bioinformáticas básicas para la resolución de una hipótesis planteada.	A	
Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas en el proyecto de aula.	B	
Trabaja en equipo para generar un resultado favorable de proyecto de aula final de la actividad académica.	A	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
• Bioinformatics, Sequence and Genome Analysis. David W. Mount. Cold Spring Harbor Laboratory Press. • Introduction to bioinformatics. Arthur M Lesk. Oxford. • Essentials of genomics and bioinformatics.C..W Sensen Weinheim. Wiley. • Introduction to bioinformatics. T K Attwood, D J Parry-Smith. Oxford. • Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins. Andreas D. Baxevanis, B. F. Francis Ouellette. Wiley.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Ómicas

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
ÓMICAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:
Bioinformática básica</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN

La actividad académica de Ómicas es fundamental para que los estudiantes de ingeniería biomédica que deseen realizar el énfasis en bioinformática, necesario para entender las principales perspectivas ómicas, análisis de datos biológicos, entender los distintos procesos que derivan en la homeostasis celular desde una perspectiva holística e integrativa. La biología molecular contemporánea está soportada por un nuevo paradigma para el entendimiento del funcionamiento celular, en donde un enfoque sistémico hace que el entendimiento de los mecanismos moleculares como un todo integrado se sobreponga a la perspectiva tradicional mecanicista en donde a partir del entendimiento de sus partes, se pretende hacer aseveraciones globales sobre el funcionamiento integrado del sistema. La actividad académica de Ómicas busca que los estudiantes se familiaricen con las distintas técnicas experimentales y computacionales que rigen la implementación de estrategias ómicas. Este curso les permitirá a los estudiantes de ingeniería biomédica obtener competencias necesarias para obtener datos relacionados con la medicina y la biología y mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de herramientas bioinformáticas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El presente curso busca introducir a los estudiantes de ingeniería biomédica en las herramientas básicas necesarias para el análisis de datos ómicos y sus aplicaciones clínicas con el fin de proporcionar a los estudiantes los elementos teóricos y prácticos esenciales para la comprensión y manejo algunos métodos ómicos para el procesamiento de la información experimental y el uso de datos ómicos más relevantes de información biomédica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td>Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td colspan="2">Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td>mC89 Conoce los principios básicos de la estructura, función y procesos de la célula y los sistemas biológicos y las técnicas básicas para su estudio.</td><td rowspan="3">E7</td><td colspan="2" rowspan="3">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td>mC95 Integra datos ómicos y clínicos para mayor comprensión de los fenómenos biológicos.</td></tr>
<tr><td>mC96 Aplica métodos estadísticos y computacionales para la obtención, el análisis, la interpretación e integración de datos.</td></tr>
</table>

mC97 Recopila, integra y preprocesa datos biomédicos para la construcción de un almacén de datos biológicos.		
mC101 Analiza y representa gráficamente datos ómicos, interpreta los resultados que resulten de su análisis integrativo y presenta conclusiones que pueden ser incluidos en un trabajo científico.		
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a las ómicas.
- Introducción a la genómica.
- Técnicas de secuenciación de genomas y aplicaciones clínicas.
- Aplicaciones del análisis evolutivo.
- Introducción a metabolómica.
- Procesamiento de datos metaboloma.
- Introducción a la proteómica.
- Identificación de proteínas.
- Interacción de proteínas y formación de redes de interacción.
- Aplicaciones clínicas de la proteómica.
- Proyecto de aula.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Entrenamiento programado
- Juego de roles
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Conoce los términos básicos de las diferentes ómicas.	A	• Cuestionarios
Conoce los métodos de secuenciación masiva.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Conoce herramientas bioinformáticas para el procesamiento de datos genómicos.	A	• Talleres-resolución de problemas
Realiza análisis evolutivo para determinar asociaciones filogenéticas.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Conoce métodos metabolómicos.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Conoce herramientas bioinformáticas para el procesamiento de datos metabolómicos.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas

Conoce métodos para obtención de datos proteómicos.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Emplea bases de datos para la identificación de proteínas a partir de espectros de masas.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Realiza análisis de integración de datos proteómicos.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Integra la información obtenida de herramientas bioinformáticas en aplicaciones médicas.	A	• Cuestionarios-Talleres-resolución de problemas
Aplica el método científico empleando herramientas para procesamiento de datos ómicos.	A	• Desarrollo de proyecto de aula
Integra herramientas para procesamiento de datos ómicos para la resolución de una hipótesis planteada.	A	
Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas en el proyecto de aula.	A	
Trabaja en equipo para generar un resultado favorable de proyecto de aula final de la actividad académica.	A	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		

- Bioinformatics, Sequence and Genome Analysis. David W. Mount. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Essentials of genomics and bioinformatics.C..W Sensen Weinheim. Wiley .A. Brown, "Genome", John Wiley & sons, 2006.
- David W. Mount, "Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis", Cold Spring Harbor Laboratory Press, I edition, 2001.
- StekelDov, "Microarray Bioinformatics", Cambridge University Press, 2003.
- Charles Malkoff Bioinformatics, Proteomics and Genomics (Hardcover), 2017. ISBN-13
- 9781632398048.
- Shivakumar Keerthikumar; Suresh Mathivanan Methods in Molecular Biology: Proteome Bioinformatics (Series #1549) (Hardcover), 2016. ISBN-10 149396738X.
- Metabolome Analyses, Author: Seetharaman Vaidyanathan Publisher: Springer Science & Business Media ISBN: 0387252401.

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

Bioinformática Molecular

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA BIOMÉDICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nombre de la actividad académica:
BIOINFORMÁTICA MOLECULAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">CÓDIGO:</td><td>NÚMERO DE CRÉDITOS: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">INTENSIDAD HORARIA SEMANA</td><td rowspan="3">REQUISITOS:

Ninguno</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 4</td><td rowspan="2">HTI: 8</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 2</td><td>Prácticas: 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN
La bioinformática molecular, es una de las nuevas ramas de las ciencias biológicas, la cual ha surgido como consecuencia de la generación de métodos experimentales de generación masiva de información y la necesidad de herramientas computacionales para el procesamiento, análisis e interpretación eficiente de proteínas. A pesar de su reciente desarrollo, esta es una de las disciplinas que actualmente más ha contribuido al desarrollo del conocimiento en las ciencias biomédicas. Esta actividad académica versa sobre el análisis y la predicción de la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas tales como proteínas, ARN y ADN. Trata generalizaciones de la estructura macromolecular en 3D, como comparaciones de plegamientos generales y motivos locales, los principios de plegamiento molecular, la evolución y las interacciones de uniones, y las relaciones estructura/función, todo ello trabajando tanto con las estructuras resueltas experimentalmente como con modelos computacionales. Por lo tanto, resulta esencial para el cumplimiento de las competencias del ingeniero biomédico con énfasis en bioinformática, tendrá un conocimiento y capacidad amplia para analizar, comparar y clasificar secuencias de proteínas. Así mismo obtendrá capacidades para analizar e interpretar la estructura terciaria derivada, a través de modelos y visualizaciones, así como para comprender las relaciones entre proteínas y entre proteínas y otras moléculas, y su relación con el diseño de fármacos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA
El presente curso busca introducir a los estudiantes de ingeniería biomédica en el manejo de las herramientas básicas de Bioinformática molecular para el manejo 3D de macromoléculas, con el fin de proporcionar a los estudiantes los elementos teóricos y prácticos esenciales para la comprensión y manejo algunos métodos de bioinformática en el manejo de macromoléculas de manera tridimensional y brindar un aporte desde el punto de vista biomédico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Micro competencias</td><td>Macro competencia relacionada</td><td>Resultados de aprendizaje relacionados</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC90 Identifica bases de datos biológicas no redundantes, completas y verídicas para visualizar, manipular y extraer datos que puedan ser objeto del análisis bioinformático para apoyar la resolución de problemas biomédico.</td><td rowspan="2">E7</td><td rowspan="2">RA1, RA2, RA8, RA9</td></tr>
<tr><td colspan="3">mC89 Conoce los principios básicos de la estructura, función y procesos de la célula y los sistemas biológicos y las técnicas básicas para su estudio.</td></tr>
</table>

mC97 Recopila, integra y preprocesa datos biomédicos para la construcción de un almacén de datos biológicos.		
mC27 Identifica, analiza, formula y resuelve las situaciones y problema basándose en la interpretación de datos y herramientas matemáticas de una forma lógica y sistemática.	E2	RA1, RA6, RA9
mC130 Escribe un texto en el que expresa claramente una idea utilizando las normas gramaticales.	G2	RA1, RA3, RA5
mC142 Organiza el trabajo en equipo para producir resultados.	G4	RA5

CONTENIDOS

- Introducción a la Bioinformática molecular.
- Estructura de las proteínas.
- Factores determinantes de la estabilidad (plegamiento/desplegamiento de proteínas, degradación, traslocación) y flexibilidad de las proteínas.
- Interacciones proteína-proteína, proteína-ligando y proteína ADN/ARN.
- Relación secuencia-estructura-función.
- Modelamiento y simulación.
- Docking molecular.
- Proyecto de aula.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conferencia
- Aprendizaje basado en problemas
- Entrenamiento programado
- Juego de roles
- Estudio de caso

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Indicadores de aprendizaje	Ponderación*	Estrategias de evaluación
Aplica los conocimientos básicos para el uso de programas bioinformáticos de estructura molecular.	A	Cuestionarios
Aplica los elementos que determinan las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria (complejos multiproteicos) de las proteínas.	A	Talleres-resolución de problemas
Aplica herramientas bioinformáticas para determinar la estabilidad estructural de las proteínas, los distintos tipos de alteraciones conformacionales que se han descrito y su asociación con enfermedades humanas.	A	Talleres
Aplica las herramientas bioinformáticas para determinar los diferentes tipos de interacción proteína-proteína, receptor-ligando, enzima-sustrato, proteína-DNA/RNA y proteína-fármaco, así como las principales aplicaciones computacionales para la predicción, visualización, modelado, análisis y evaluación de la calidad.	A	Talleres
Aplica herramientas bioinformáticas para realizar modelamiento y simulación molecular	A	Talleres, resolución de problemas

Aplica herramientas bioinformáticas para realizar Docking molecular.	A	Talleres
Aplica el método científico empleando herramientas de bioinformática molecular	A	Desarrollo de proyecto
Integra herramientas bioinformáticas molecular para la resolución de una hipótesis planteada.	A	
Se comunica en forma verbal y escrita, trabajando en equipo y justificando el desarrollo de problemas en el proyecto de aula.	B	
Trabaja en equipo para generar un resultado favorable de proyecto de aula final de la actividad académica.	A	
Equivalencia cuantitativa: La calificación de la asignatura es cuantitativa y tiene una escala entre cero, cero (0,0) y cinco, cero (5,0) con una nota aprobatoria mínima de tres, cero (3.0) conforme al Reglamento Académico -Estudiantil de Pregrado vigente en la institución.		
BIBLIOGRAFÍA:		
Introduction to bioinformatics. Arthur M Lesk. Oxford. Introduction to bioinformatics. T K Attwood, D J Parry-Smith. Oxford . Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins. Andreas D. Baxevanis , B. F. Francis Ouellette. Wiley. BURKOWSKI, F. J. Structural Bioinformatics: an algorithmic approach. London: Chapman & Hall / CRC, c2009. Creighton, Thomas E. The biophysical chemistry of nucleic acids & proteins. Helvetian Press, 2010. IRENA ROTERMAN Structure-function relation in proteins / no. Standard 978-81-7895-409-7 b14339729.		

* La ponderación es el peso relativo que tiene el indicador de aprendizaje en la calificación global de la actividad académica, según la siguiente escala: **A:** Vital; **B:** Importante; **C:** Complementario.

ANEXO D. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE APOYAN EL PROGRAMA

Universidad Industrial de Santander

INGENIERÍA BIOMÉDICA



Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores (CIMBIOS)

Clasificación Minciencias: A1

Director: David Alejandro Miranda Mercado

Líneas de Investigación del Grupo.

Agua y medio ambiente
Biotecnología médica y bioingeniería
Energía, hidrocarburos, minería y medio ambiente
Estrategias pedagógicas mediadas por TIC
Fotoquímica y electroquímica de semiconductores
Modelado y simulación
Nanociencias, nanomateriales y nanotecnología
Tecnologías de la información y comunicación aplicadas en el cuidado de la salud

Misión	El grupo de investigación CIMBIOS hace parte de los Centros de Investigación Científica y Tecnológica en Materiales y Nanociencias (CMN) y Biotecnología y Agroindustria (ABC) de la Universidad Industrial de Santander, UIS. CIMBIOS es la respuesta de la UIS a la necesidad de realizar investigación con impacto social, utilizando el conocimiento científico y tecnológico de diferentes áreas del conocimiento aplicado a unas líneas de investigación definidas: agua y medio ambiente; biotecnología médica y bioingeniería; energía; hidrocarburos; minería y medio ambiente; estrategias pedagógicas mediadas por TIC; fotoquímica y electroquímica de semiconductores; modelado y simulación; nanociencias, nanomateriales y nanotecnología y tecnologías de la Información y comunicación aplicadas en el cuidado de la salud.
Visión	En 2025 el grupo CIMBIOS seguirá siendo un grupo de investigación consolidado, que contribuirá en la generación de conocimiento y productos tecnológicos de relevancia nacional e internacional en materiales, nanociencia, nanotecnología, bioingeniería, cuidado de la salud y educación mediada por las TIC, con enfoque en las líneas de investigación declaradas.

Redes a las que pertenece el grupo

Red de Investigadores en Ciencia, Ingeniería y Nanotecnología de Materiales

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
David Alejandro Miranda Mercado	Doctorado	Tiempo completo – Esc. Física
Adriana González Quitián	Especialidad médica Ginecologia y Obstetricia	Tiempo comleto – Esc. Medicina
Adriana Rocío Lizcano Dallos	Maestría en Gestión, Aplicación y Desarrollo de software	Tiempo completo - CEDEDUIS
Alvaro Gómez Torrado	Maestría En Bioquímica	Tiempo completo – Esc. Medicina
Andrés Camilo García Castro	Doctorado en Fisica	Tiempo completo – Esc. Física
Ángel Manuel Meléndez Reyes	Doctor en Ciencias (Química)	Tiempo completo – Esc. Ing. Metalúrgica
Daniel Andrés Triana Camacho	Doctorado en Física	Tiempo completo – Esc. Física

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Ilia Davidovich Mikhailov	Doctorado en Fisica	Tiempo completo – Esc. Física
Jaime Guillermo Barrero Perez	Maestria en ingenieria area de electronica	Tiempo completo – Esc.Ing. Eléctrica, electrónica y telecomunicaciones
Jairo Corso Salamanca	Especialista en Ginecologia Oncologica	Tiempo completo – Esc. Medicina
Janeth Fernández Pinto	Doctorado en Fisica	Tiempo completo – Esc. Física
Jorge Hernán Quintero Orozco	Doctorado en ingenieria ciencia y tecnologia de materiales	Tiempo completo – Esc. Física
Jorge Humberto Martínez Tellez	Doctorado en Fisica	Tiempo completo – Esc. Física

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
2021	Nanostructured Titanium Dioxide Surfaces for Electrochemical Biosensing	Sensors ISSN: 1424-8220, 2021 vol:21 fasc: N/A págs: 1- 26, **DOI:**10.3390/s21186167	Linda Esperanza Bertel Garay, David Alejandro Miranda Mercado
2021	Computer Methods and Programs in Biomedicine	Computer Methods and Programs in Biomedicine ISSN: 0169-2607, 2021 vol:212 fasc: N/A págs: 1 – 10 **DOI:**10.1016/j.cmpb.2021.106443	Angie Nicole Hernandez Duran, David Alejandro Miranda Mercado, Said David Pertuz Arroyo
2021	Relationship between CH4/Ar ratio, stoichiometry, and mechanical properties of TaCx coatings produced by reactive magnetron sputtering	Applied Surface Science ISSN: 0169-4332, 2021 vol:559 fasc: págs: 149879 - 1498797, **DOI:**10.1016/j.apsusc.2021.149879	Jorge Hernan Quintero Orozco
2021	Synthesis of CdM (M = Se, O) micro and nanoparticles by pulsed laser ablation in water	Surface and Interface Analysis ISSN: 1096-9918, 2021 vol:53 fasc: N/A págs: 550 - 558, **DOI:**10.1002/sia.6942	David Alejandro Miranda Mercado, Rogelio Ospina Ospina, Linda Esperanza Bertel Garay, Andres Camilo Garcia Castro, Jorge Hernan Quintero Orozco
2021	Structural validity of the Chronic Pain Coping Inventory-Brazilian version	PLoS ONE ISSN: 1932-6203, 2021 vol:16 fasc: 2 págs: 1 - 19, **DOI:**10.1371/journal.pone.0246294	Layz Alves Ferreira Souza, Lilian Varanda Pereira, Louise Amalia De Moura, Leidy Johanna Rueda Diaz, Dina Almeida Lopes Monteiro Da Cruz, Jose Aparecido Da Silva
2021	Thermal treatment of (TiZr)N coatings on CO2-controlled atmosphere	Surface and Interface Analysis ISSN: 1096-9918, 2021 vol:53 fasc: 1 págs: 1 - 1, **DOI:**10.1002/sia.6868	Jorge Hernan Quintero Orozco
2020	Electronic localization in Hexagonal Core-Shell Nanowires Under External Fields	Respuestas ISSN: 2422-5053, 2020 vol:25 fasc: N/A págs: 240 - 251, **DOI:**10.22463/0122820X.2108	Angie Nicole Hernandez Duran, Willian Gutierrez Nino, David Alejandro Miranda Mercado
2020	Unusual Aharonov¿Bohm oscillations in the energy and magnetic dipole moment of a semiconductor conical nanotube under external fields	Physica B: Condensed Matter ISSN: 0921-4526, 2020 vol:599 fasc: 412582 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1016/j.physb.2020.412582	Ana Milena Forero Pinto, David Alejandro Miranda Mercado, Willian Gutierrez Nino
2020	Sensibility analysis of the electrical impedance parameters by the Monte Carlo method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2020 vol:012001 fasc:	Sandra Patricia Corzo Mantilla, David Alejandro Miranda Mercado

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
		N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1514/1/012001	
2020	Field cancerization in the understanding of parenchymal analysis of mammograms for breast cancer risk assessment	Medical Hypotheses ISSN: 0306-9877, 2020 vol:136 fasc: 1 págs: 1 - 5, **DOI:**10.1016/j.mehy.2019.109511	Said David Pertuz Arroyo, David Alejandro Miranda Mercado
2020	Development and implementation of a predictive method for the stock market analysis, using the long short-term memory machine learning method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2020 vol:1514 fasc: págs: 012011 - 012030, **DOI:**10.1088/1742-6596/1514/1/012009	Daniel Andres Triana Camacho, Alex Francisco Estupinan Lopez, Karen Lorena Cristiano Rodriguez
2020	Data analysis for a set of university student lists using the k-Nearest Neighbors machine learning method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2020 vol:1514 fasc: págs: 012011 - 012030, **DOI:**10.1088/1742-6596/1514/1/012011	Daniel Andres Triana Camacho, Karen Lorena Cristiano Rodriguez, Alex Francisco Estupinan Lopez
2020	Electrode cleaning and reproducibility of electrical impedance measurements of HeLa cells on aqueous solution	Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2020 vol:44 fasc: 170 págs: 257 - 268, **DOI:**10.18257/raccefyn.919	David Alejandro Miranda Mercado, Sandra Milena Pinto Bohorquez, Angel Manuel Melendez Reyes, Stelia Carolina Mendez Sanchez, Edgar Fabian Pinzon Nieto
2020	Preparation of a Composite Material from Palm Oil Fiber and an Ecological Emulsion of Expanded Polystyrene Post-Consumption	Revista Facultad De Ingeniería ISSN: 0121-1129, 2020 vol:29 fasc: 54 págs: - , **DOI:**10.19053/01211129.v29.n54.2020.10489	Cindy Vanessa Gutierrez Estupinan
2020	Contribuições da rede de pesquisa em processo de enfermagem para assistência na pandemia de COVID-19	Revista brasileira de enfermagem ISSN: 0034-7167, 2020 vol:73 fasc: 2 págs: 1 - 12, **DOI:**10.1590/0034716	Leidy Johanna Rueda Diaz, Rita De Cassia Gengo, Alba Lucia Bottura Leite De Barros
2020	SCHFI 6.2 Self-Care Confidence Scale - Brazilian version: psychometric analysis using the Rasch model	Revista Latino-Americana de Enfermagem ISSN: 1518-8345, 2020 vol:28 fasc: págs: 1 - 10, **DOI:**10.1590/1518-8345.3378.3313	Dina Almeida Lopes Monteiro Da Cruz, Ana Maria Miranda Martins Wilson, Michele Nakahara Melo, Ana Paula Da Conceicao, Leidy Johanna Rueda Diaz
2020	Pressure-Induced Layered Structure in BaWO4	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2020 vol:1541 fasc: 012011 págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1541/1/012011	Andres Camilo Garcia Castro
2020	Insights in the A-and B-site's Radii Influence in the Polar Character of ABF4	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2020 vol:1541 fasc: 012012 págs: 1 - 5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1541/1/012012	Andres Camilo Garcia Castro
2020	Time-Stability Dispersion of MWCNTs for the Improvement of Mechanical Properties of Portland Cement Specimens	Materials ISSN: 1996-1944, 2020 vol:13 fasc: 18 págs: 4149 - 4149, **DOI:**10.3390/ma13184149	Jorge Hernan Quintero Orozco
2020	Topical Products for the Protection of Periwound Skin: A Scoping Review	Wounds-A Compendium Of Clinical Research And Practice ISSN: 1044-7946, 2020 vol:5 fasc: págs: 1 - 8, **DOI:**	Giovanny Andres Perez Jaimes, Wilmer Julian Rueda Barrera, Leidy Johanna Rueda Diaz
2020	Octahedral distortion and electronic properties of the	Journal of Physics and Chemistry of Solids ISSN: 0022-3697, 2020 vol:136	

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
	antiperovskite oxide Ba3SiO: First principles study	fasc: págs: 109126 - 109126, **DOI:**10.1016/j.jpcs.2019.109126	Jorge Hernan Quintero Orozco
2020	Influence of Microstructure, Composition and Morphology on Tribological Performance of WTiN Coatings Obtained by DC Magnetron Sputtering at Various Working Pressures	Journal of Materials Engineering and Performance ISSN: 1544-1024, 2020 vol:29 fasc: N/A págs: 5203 - 5213, **DOI:**10.1007/s11665-020-05031-1	Jorge Hernan Quintero Orozco
2020	Disorder effect on mass-asymmetry in monolayer black phosphorus	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2020 vol:1541 fasc: N/A págs: 012010 - 012010, **DOI:**10.1088/1742-6596/1541/1/012010	Jorge Hernan Quintero Orozco
2020	The effects of the contacts on the electronic localization properties of DNA	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2020 vol:1448 fasc: págs: 012017 - 012017, **DOI:**10.1088/1742-6596/1448/1/012017	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Aula virtual interactiva para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Estequiometría a través de las tecnologías de la información y la comunicación	Docencia Universitaria ISSN: 0123-7969, 2019 vol:20 fasc: págs: 19 - 37, **DOI:**	Angela Patricia Abad Lopez
2019	Software to determine the viscosity and honey's purity using a ball viscometer	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/17426596	Aren Lorena Cristiano Rodriguez, Daniel Andres Triana Camacho, Jose Roberto Herrera Ibagos
2019	Virtual laboratory for measuring of elastic modulus with stress and strain for different metals	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/17426596	Daniel Andres Triana Camacho, Karen Lorena Cristiano Rodriguez, Jose Roberto Herrera Ibagos
2019	Analytical and experimental determination of gravity and moment of inertia using a physical pendulum	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/17426596	Daniel Andres Triana Camacho, Karen Lorena Cristiano Rodriguez, Alex Francisco Estupinan Lopez
2019	The experimental chemical hardness in the interaction between β-tubulin and epothilone B	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1403 fasc: 1 págs: 1 - 4, **DOI:**10.1088/1742-6596/1403/1/012016	David Alejandro Miranda Mercado, Sandra Patricia Corzo Mantilla, Paulo Bueno
2019	Rationalizing and engineering Rashba spin-splitting in ferroelectric oxides	Quantum Materials ISSN: 2397-4648, 2019 vol:4 fasc: 51 págs: 1 - 6, **DOI:**10.1038/s41535-019-0190-z	Andres Camilo Garcia Castro
2019	Hybrid-improper ferroelectric behavior in Ba3SiO/Ba3GeO oxide antiperovskite superlattices	European Physical Journal B ISSN: 1434-6036, 2019 vol:92 fasc: págs: 203 - 203-5, **DOI:**10.1140/epjb/e2019-100175-1	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Rectal electrical bio-impedance spectroscopy in the detection of colorectal anomalies associated with cancer	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1272 fasc: 012012 págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1272/1/012012	Avid Alejandro Miranda Mercado, Carlos Augusto Gonzalez Correa, Edelberto Mulett Vasquez, Carmen Dussan Luberth, Mauricio Osorio Chica
2019	Chemical Hardness of Mesoscopic Electrochemical Systems Directly Analyzed from Experimental Data	ournal of Physical Chemistry C ISSN: 1932-7447, 2019 vol:123 fasc: 34 págs:	Paulo Bueno, David Alejandro Miranda Mercado

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
		21213 - 21223, **DOI:**10.1021/acs.jpcc.9b04020	
2019	Effect of the electrode surface on the tetrapolar impedance measurements of Hela Cells in suspension	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1272 fasc: 012015 págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1272/1/012015	David Alejandro Miranda Mercado, Sandra Patricia Corzo Mantilla, Sandra Milena Pinto Bohorquez, Edgar Fabian Pinzon Nieto
2019	The alpha parameter of the Cole-Cole model as an indicator of fibromyalgia	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1272 fasc: 012003 págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1272/1/012003	David Alejandro Miranda Mercado, Carlos Augusto Gonzalez Correa, Evelyn Colina Gallo
2019	Spectrograms comparison between normal and abnormal signal of in vivo mammary tissue, obtained by back-scattering infrared light	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: 012023 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012023	David Alejandro Miranda Mercado, Janeth Fernandez Pinto, Alvaro Gomez Torrado
2019	Python script used as a simulator for the teaching of the electric field in electromagnetism course	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012044	Daniel Andres Triana Camacho, Karen Lorena Cristiano Rodriguez, Alex Francisco Estupinan Lopez
2019	Comparison of Bi2 S3 and Ta2 O5 as alternative materials to gold in nanoparticles used as agents to increase the dose in radiotherapy	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: págs: 012050 - 012050-5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012050	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	DFT Study on Metamagnetics β-M(OH)2 (M = Mn, Fe, Co, Ni)	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1247 fasc: págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012046	Andres Camilo Garcia Castro
2019	Differential charging effects from impurities in pyrolytic graphite	pplied Surface Science ISSN: 0169-4332, 2019 vol:476 fasc: págs: 174 - 181, **DOI:**10.1016/j.apsusc.2018.12.269	Rogelio Ospina Ospina
2019	Hidden energy levels? Carrier transport ability into CdS/CdS1-xSex quantum dot solar cells impacted by Cd-Cd level formation	Nanoscale ISSN: 2040-3364, 2019 vol:11 fasc: N/A págs: 762 - 774, **DOI:**10.1039/c8nr07073c	Ngel Manuel Melendez Reyes, Juan Felipe Tirado Jaramillo, Mario Alejandro Mejia Escobar, Franklin Jaramillo Isaza, Martha Eugenia Nino Gomez
2019	Student perception of the implementation of a teaching strategy based on Just in Time mediated learning and the use of information and communications technologies in the physics I laboratory course	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012013	David Alejandro Miranda Mercado, Edgar Fabian Pinzon Nieto, Adriana Rocio Lizcano Dallos, Jorge Humberto Martinez Tellez, Gonzalo Alberto Patino Benavides
2019	Research skills development in physics laboratories located in regional headquarters of the Universidad Industrial de Santander, Colombia	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012015	David Alejandro Miranda Mercado, Edgar Leonardo Castellanos Leal, Raul Francisco Valdivieso Bohorquez, Jorge Humberto Martinez Tellez, Melba Johanna Sanchez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
			Soledad, Adriana Rocio Lizcano Dallos, Rogelio Ospina Ospina, Gonzalo Alberto Patino Benavides
2019	Implementation of Just in Time Teaching methodology in mathematics and natural sciences study in high school institutions of Colombia northeast	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012016	David Alejandro Miranda Mercado, Edgar Leonardo Castellanos Leal, Erik Jose Vera Mercado, Jorge Humberto Martinez Tellez, Raul Francisco Valdivieso Bohorquez
2019	Articulation of regional headquarters in the Industrial University of Santander for a unified basic cycle of engineering	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012003	David Alejandro Miranda Mercado, Edgar Leonardo Castellanos Leal, Adriana Rocio Lizcano Dallos, Melba Johanna Sanchez Soledad, Raul Francisco Valdivieso Bohorquez, Jorge Humberto Martinez Tellez, Gonzalo Alberto Patino Benavides
2019	Search for ferroelectricity in fluoroperovskites: comparison between LiNiF3 and NaNiF3	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: págs: 012045 - 012045-5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012045	Orge Hernan Quintero Orozco
2019	Testing industrial laboratory dispersion method of Multi-Walled Carbon Nanotubes (MWCNTs) in aqueous medium	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: págs: 012011 - 012011-5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012011	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	TiZrN thin films under CO2 and thermal treatment characterized by x-ray photoelectron spectroscopy	Surface Science Spectra ISSN: 1520-8575, 2019 vol:26 fasc: N/A págs: 024013 - 024013, **DOI:**10.1116/1.5127759	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Variation of the rutile and anatase phase using a high energy planetary mill in a carbon dioxide atmosphere	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1418 fasc: págs: 012022 - 012022, **DOI:**10.1088/1742-6596/1418/1/012022	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Gold nanoparticles size distribution by pulsed laser varying the wavelength	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1418 fasc: págs: 012019 - 012019, **DOI:**10.1088/1742-6596/1418/1/012019	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Carbonation study in a cement matrix with carbon nanotubes	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: N/A págs: 1 - 5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012024	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	Obtaining ZrN, ZrO, ZrC powder in a nitrogen atmosphere by means of a Ball Mill	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: págs: 012040 - 012040-5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012040	Jorge Hernan Quintero Orozco, Rogelio Ospina Ospina

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
2019	blation energy, water volume and ablation time: Gold nanoparticles obtained through by pulsed laser ablation in liquid	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 12062 - 12062, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012062	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	N1s narrow spectrum study in AuN thin films	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1159 fasc: págs: 012010 - 0120103, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012010	Jorge Hernan Quintero Orozco, Rogelio Ospina Ospina, Carlos Jose Paez Gonzalez
2019	An accurate and compact tight-binding model for GeS	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012008	Rogelio Ospina Ospina
2019	Controlling the phase segregation in mixed halide perovskites through nanocrystal size	ACS Energy Letters ISSN: 2380-8195, 2019 vol:4 fasc: N/A págs: 54 - 62, **DOI:**10.1021/acsenergylett.8b02207	Angel Manuel Melendez Reyes, Seog Joon Yoon, Eva Maria Barea Berzosa, Said Agouram, Vicente Munoz Sanjose, Martha Eugenia Nino Gomez
2019	Ruthenium thin film under methanation atmosphere analyzed by x-ray photoelectron spectroscopy	Surface Science Spectra ISSN: 1520-8575, 2019 vol:26 fasc: N/A págs: 024012 - 024012, **DOI:**10.1116/1.5119246	Jorge Hernan Quintero Orozco
2019	How does the Zn-precursor nature impact carrier transfer in ZnO/Zn-TiO2 nanostructures? organic vs. inorganic anions	New Journal of Chemistry ISSN: 1369-9261, 2019 vol:43 fasc: págs: 19085 - 19096, **DOI:**10.1039/c9nj04097h	Ingrid Natalia Sequeda Pico

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Validación de la espectroscopía de impedancia eléctrica en fase líquida como técnica de tamizaje de cáncer de cuello uterino.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 49.944.417	David Alejandro Miranda Mercado, Álvaro Gómez Torrado, Sandra Patricia Corzo Mantilla, Sandra Milena Pinto Bohórquez
Actividades • Mejoramiento de la cobertura y calidad de los programas de prevención de cáncer de cuello uterino en Colombia. • Validación de la técnica EIE que ofrece resultados en tiempo real. • Recolección de datos mediante la toma de citología de pacientes en la Liga Santandereana contra el cáncer.			
Estudio del efecto de campo carcinógeno en tejido mamario.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 20.000.000	David Alejandro Miranda Mercado
Actividades • Desarrollo de un protocolo que permita realizar las medidas NIR (Espectroscopia de Infrarrojo Cercano). • Implementación de un montaje experimental que permita estudiar la dinámica celular en tejido mamario.			
Estudio de tecnologías para mejorar el tamizaje del cáncer de cuello uterino.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 27.000.000	David Alejandro Miranda Mercado
Actividades			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
· Desarrollo de dos metodologías complementarias para la detección temprana de cáncer de cuello uterino que permita la prevención oportuna del mismo, por medio de la espectroscopia de impedancia eléctrica invitro y microscopíaespectroscopía de ondas parciales.			
Propiedades Magnéticas de la ATP sintasa mitocondrial.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 295.650.000	Mario Felipe Negrette, David Alejandro Miranda Mercado
Actividades • Estudio de las propiedades magnéticas de la ATP sintasa mitocondrial. • Estudio de los efectos de campos magnéticos externos sobre la bioenergética mitocondrial celular.			
Disreflexia autonómica: Una revisión sistemática	Universidad Industrial de Santander - UIS	$112.480.000	Leidy Johanna Rueda Diaz
Actividades • Revisión de las características definitorias, factores relacionados, poblaciones de riesgo y problemas asociados del diagnóstico de enfermería disreflexia autonómica propuestos en la NANDA-I versión.			
Efectividad de los juegos serios como intervención para mejorar la adherencia al tratamiento de adultos con enfermedad cardiovascular: revisión sistemática.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$112.480.000	Leidy Johanna Rueda Diaz
Actividades • Sintetización de la evidencia disponible sobre la efectividad de intervenciones basadas en juegos serios, de mesa o digitales, para mejorar la adherencia al régimen terapéutico en adultos con enfermedad cardiovascular.			

Investigaciones en Ejecución

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Estudio Piloto para la evaluación clínica de la tecnología FEDSA en la detección de cáncer de mama	Universidad Industrial de Santander - UIS	$1.213.917.831	David Alejandro Miranda Mercado, Said David Pertuz Arroyo, Álvaro Gómez Torrado
Actividades • Evaluación clínica del uso de la técnica FEDSA para la detección de cáncer de mama en población santandereana, mediante la toma de mamografía de las pacientes se permitirá emplear la técnica FEDSA para la recolección de datos que permitirán el estudio.			

Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación (CEMOS)

Director: Julián Gustavo Rodríguez Ferreira
Clasificación Minciencias: A1

Líneas de Investigación del Grupo.

Supervisión experta, automatización y control
Desarrollo de prototipos
Bioingeniería e Ingeniería Biomédica
Procesamiento Digital de Señales e Imágenes
Optimización y Modelado
Aplicación de microondas a procesos fisicoquímicos

Misión	El grupo de Investigación CEMOS tiene como misión la participación activa en procesos de investigación involucrando la formación de investigadores con alta calidad ética y profesional, y la generación de conocimientos. Cada uno de estos componentes estarán orientados a aportar al progreso y mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el país desde una perspectiva interdisciplinar, a través de la generación y apropiación de conocimientos en las áreas de la electricidad y la electrónica.
Visión	El grupo de Investigación CEMOS en el año 2020: • Se habrá consolidado a nivel regional y nacional como un grupo de reconocida trayectoria por sus aportes en las líneas de investigación declaradas, tanto a nivel teórico como de aplicación industrial y biomédica. • Desarrollará programas y proyectos de investigación y extensión en cooperación con entidades internacionales y/o vinculados con el sector productivo. • Contará con la infraestructura, recurso humano y tecnológico para asumir retos de investigación e innovación de vanguardia.

Redes a las que pertenece el grupo

IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers (miembros del grupo)
Comunidad de Astrónomos de Colombia (miembro del grupo)
Unión Astronómica Internacional
Red de investigadores de Colombia y Francia (COLIFRI)

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Julián Gustavo Rodríguez Ferreira	Doctorado en física especialidad: Astrofísica	Tiempo completo – E3T
Daniel Alfonso Sierra Bueno	Doctorado En Ingenieria Biomedica	Tiempo completo – E3T
Rodrigo Correa Cely	Doctorado en ingenieria	Tiempo completo – E3T
Rodolfo Villamizar Mejía	Doctorado en Tecnologías de la Información	Tiempo completo – E3T
José Alejandro Amaya Palacios	Doctorado	Tiempo completo – E3T
Franklin Alexander Sepúlveda	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – E3T
Jaime Guillermo Barrero Pérez	Maestria en ingenieria area de electronica	Tiempo completo – E3T
Julio Augusto Gélvez Figueredo	Maestría en Potencia Eléctrica	Tiempo completo – E3T

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Multidimensional data statistical processing of magnetic flow leakage signals from a Colombian gas pipeline	Structural Health Monitoring-An International Journal ISSN: 1741-3168, 2021 vol:20 fasc: N/A págs: 2963 - 2992, **DOI:**10.1177/1475921720977393	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, LUIS EDUARDO MUJICA DELGADO, MAGDA LILIANA RUIZ ORDONEZ
2021	Simulation of scattered seismic surface waves on mountainous onshore areas: Understanding the "ground roll energy cone"	Geophysics: The Leading Edge Of Exploration ISSN: 0732-989X, 2021 vol:40 fasc: 8 págs: 601 - 609, **DOI:**	DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO, IVAN JAVIER SANCHEZ GALVIS, JHEYSTON OMAR SERRANO LUNA, WILLIAM AGUDELO
2021	Simulation of scattered seismic surface waves on mountainous onshore areas: Understanding the ground roll energy cone	Leading Edge ISSN: 1070-485X, 2021 vol:40 fasc: págs: 601 - 609, **DOI:**10.1190/tle40080601.1	IVAN JAVIER SANCHEZ GALVIS
2021	SCSV_IPS: A software for the estimation of the shear coefficient of spin viscosity during the movement of a ferrofluid under the effect of an external rotating magnetic field	SoftwareX ISSN: 2352-7110, 2021 vol:14 fasc: págs: 1 - 9, **DOI:**10.1016/j.softx.2021.100668	CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2021	Optimization-Based strategies for optimal inverse parameters estimation for heat transfer systems	IEEE Access ISSN: 2169-3536, 2021 vol:9 fasc: págs: 71328 - 71343, **DOI:**10.1109/ACCESS.2021.3079367	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE, DAVID MATAJIRA RUEDA
2021	Determination of a physically correct fractional-order model for electrolytic computer-grade capacitors	Mathematical Methods in the Applied Sciences ISSN: 0170-4214, 2021 vol:44 fasc: 6 págs: 4366 - 4380, **DOI:**10.1002/mma.7037	JORGE MARIO CRUZ DUARTE, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2021	Soft computing tool for aiding the integration of hybrid sustainable renewable energy systems, case of Putumayo, Colombia	Renewable Energy ISSN: 0960-1481, 2021 vol:174 fasc: págs: 616 - 634, **DOI:**10.1016/j.renene.2021.04.106	ANA MARIA ROSSO CERON, DANIEL FELIPE LEON CARDONA, VIATCHESLAV KAFAROV
2021	Study of an asphaltene electrodeposition strategy for Colombian extra-heavy crude oils boosted by the simultaneous effects of an external magnetic field and ferromagnetic composites	Fuel ISSN: 0016-2361, 2021 vol:287 fasc: págs: 1 - 9, **DOI:**10.1016/j.fuel.2020.119440	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA, CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE
2021	Hybrid thermal treatment based on microwaves and heating resistance for composite materials	International Journal of Thermophysics ISSN: 0195-928X, 2021 vol:42 fasc: 1 págs: 1 - 14, **DOI:**10.1007/s10765-020-02767-9	CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2021	Identificación de especies de maderas locales mediante el uso de nariz electrónica y aprendizaje automático: Un experimento preliminar	Inge Cuc ISSN: 0122-6517, 2021 vol:7 fasc: 1 págs: 188 - 200, **DOI:**10.17981/ingecuc.17.1.2021.15	NAREN ARLEY MANTILLA RAMIREZ, FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Clasificación de Maderas Mediante el Uso de Tecnologías de Olfato Electrónico	Inge Cuc ISSN: 0122-6517, 2021 vol:17 fasc: 1 págs: 188 - 205, **DOI:**10.17981/ingecuc.17.1.2021.15	LUISA FERNANDA RUIZ JIMENEZ, NAREN ARLEY MANTILLA RAMIREZ, FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA, HOMERO ORTEGA BOADA
2021	Solving microelectronic thermal management problems using a generalized spiral optimization algorithm	Applied Intelligence ISSN: 0924-669X, 2021 vol:51 fasc: págs: 5622 - 5643, **DOI:**10.1007/s10489-020-02164-7	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE, IVAN MAURICIO AMAYA CONTRERAS
2021	Implicit modelling of series-parallel photovoltaic arrays using double-diode model and its solution	Solar Energy ISSN: 0038-092X, 2021 vol:214 fasc: págs: 131 - 137, **DOI:**10.1016/j.solener.2020.11.036	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2020	Computational strategies for implementation of 2D elastic wave modeling in GPU	Entre Ciencia E Ingenieria ISSN: 1909-8367, 2020 vol:14 fasc: págs: 52 - 58, **DOI:**10.31908/19098367.2016	ANDERSON PAEZ CHANAGA, IVAN JAVIER SANCHEZ GALVIS, ANA RAMIREZ SILVA
2020	Study of an asphaltene electrodeposition strategy for Colombian extra-heavy crude oils boosted by the simultaneous effects of an external magnetic field and ferromagnetic composites	Fuel ISSN: 0016-2361, 2020 vol:287 fasc: 119440 págs: 1 - 9, **DOI:**10.1016/j.fuel.2020.119440	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Diseño y construcción de un transformador electrónico 12Vrms 50W con control de frecuencia de conmutación programable	Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701, 2020 vol:25 fasc: 3 págs: 358 - 366, **DOI:**	JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ, NELSON ENRIQUE TRILLOS LEON, JORGE ELIECER GOMEZ PINTO
2020	Effect of solvent polarity during electrodeposition of asphaltenes from a Colombian oil in the presence of a magnetic field and magnetic nanoparticles	OP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2020 vol:1587 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1587/1/012003	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Design and construction of MuTe: a hybrid Muon Telescope to study Colombian volcanoes.	Journal of Instrumentation ISSN: 1748-0221, 2020 vol:15 fasc: págs: 1 - 17, **DOI:**10.1088/1748-0221/15/09/P09006	JESUS PENA RODRIGUEZ, JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE, DAVID SIERRA PORTA, MAURICIO SUAREZ DURAN, MICHAEL ARENAS FLOREZ, LUIS MIGUEL PEREZ ARCHILA, JOSE DAVID SANABRIA GOMEZ, HERNAN ASOREY, LUIS ALBERTO NUNEZ DE VILLAV MARTINEZ
2020	Modelo de operador fraccional para describir la dinamica de los supercondensadores	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: 3 págs: 79 - 86, **DOI:**10.18273/revuin.v19n3-2020008	CARLOS RODRIGO CORREA CELY

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2020	Thermogravimetric and calorimetric dataset for extra heavy crude asphaltenes obtained by electrodeposition in the presence of magnetic field and magnetic nanoparticles	Data in Brief ISSN: 2352-3409, 2020 vol:31 fasc: págs: 1 - 5, **DOI:**10.1016/j.dib.2020.105875	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, IVAN MAURICIO AMAYA CONTRERAS, MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Microwave Interactions between Magnetic Nanoparticles and Magnetic Graphene Oxide and their Applications as Electromagnetic Heating Facilitators for Heavy Crude Oil	Revista Investigación E Innovación En Ingenieria ISSN: 2344-8652, 2020 vol:8 fasc: 2 págs: 1 - 15, **DOI:**10.17081/invinno.8.2.3770	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Interacción con microondas de las nanopartículas magnéticas y óxido de grafeno magnético y sus aplicaciones como suceptor en el calentamiento electromagnético de crudo pesado	Revista Investigación E Innovación En Ingenieria ISSN: 2344-8652, 2020 vol:8 fasc: 2 págs: 184 - 198, **DOI:**	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2020	SpinUpFlowDescriptor: A Matlab toolbox for ferrofluids materials under moderate and high amplitude and frequency of magnetic rotating fields in a spin-up geometry	SoftwareX ISSN: 2352-7110, 2020 vol:12 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1016/j.softx.2020.100567	IVAN MAURICIO AMAYA CONTRERAS, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2020	Generation of Cry11 Variants of Bacillus thuringiensis by Heuristic Computational Modeling	Evolutionary Bioinformatics ISSN: 1176-9343, 2020 vol:16 fasc: págs: 1 - 14, **DOI:**10.1177/1176934320924681	EFRAIN HERNANDO PINZON REYES, DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO, MIGUEL ORLANDO SUAREZ BARRERA, SEBASTIAN MAURICIO ABAUNZA VILLAMIZAR, NOHORA JULIANA RUEDA FORERO, NYDIA PAOLA RONDON VILLARREAL
2020	Thermogravimetric and calorimetric dataset for extra heavy crude asphaltenes obtained by electrodeposition in the presence of magnetic field and magnetic nanoparticles	Data in Brief ISSN: 2352-3409, 2020 vol:31 fasc: N/A págs: 1 - 5, **DOI:**10.1016/j.dib.2020.105875	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Design and construction of MuTe: a hybrid Muon Telescope to study Colombian Volcanoes	Journal of Instrumentation ISSN: 1748-0221, 2020 vol:N/A fasc: N/A págs: 1 - 23, **DOI:**10.1088/1748-0221/15/09/P09006	JESUS PENA RODRIGUEZ, JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE, DAVID SIERRA PORTA, MAURICIO SUAREZ DURAN, MICHAEL ARENAS FLOREZ, LUIS MIGUEL PEREZ ARCHILA, JOSE DAVID SANABRIA GOMEZ, HERNAN ASOREY
2020	Analysis of the effect of the orthotropic thermal conductivity tensor during microwave-based heat treatment of a core-shell spherical system	International Journal of Thermophysics ISSN: 0195-928X, 2020 vol:41 fasc: 6 págs: 1 - 21, **DOI:**10.1007/s10765-020-02664-1	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, IVAN MAURICIO AMAYA CONTRERAS, JORGE MARIO CRUZ DUARTE

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2020	Comparative analysis of drying coffee beansusing microwave and conventional oven	Revista Facultad de Ingenieria ISSN: 0120-6230, 2020 vol:95 fasc: N/A págs: 100 - 108, **DOI:**10.17533/udea.redin.20191151	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Speaker verification system based on articulatory information from ultrasound recordings	Revista Dyna ISSN: 2346-2183, 2020 vol:87 fasc: 213 págs: 9 - 16, **DOI:**10.15446/dyna.v87n213.81772	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA, DAGOBERTO PORRAS PLATA, MILTON ORLANDO SARRIA PAJA
2020	Comparative analysis of drying coffee beans using microwave and conventional oven	Revista Facultad de Ingenieria ISSN: 0120-6230, 2020 vol:95 fasc: págs: 100 - 108, **DOI:**10.17533/udea.redin.20191151	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, MANUEL FERNANDO ROA ARDILA, MILTON JAVIER MUNOZ NEIRA
	Solution of series-parallel photovoltaic arrays model using global optimization algorithms	Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701, 2020 vol:25 fasc: 1 págs: 14 - 22, **DOI:**10.22517/23447214.22361	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE, JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ
2020	Entropy generation analysis for the design of a flat plate solar collector with fins	DYNA ISSN: 0012-7353, 2020 vol:67 fasc: págs: 199 - 208, **DOI:**10.15446/dyna.v87n212.80111	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2020	Calentamiento simultaneo microondas-radiacion termica	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: 2 págs: 33 - 42, **DOI:**10.18273/revuin.v19n2-2020004	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, MILTON JAVIER MUNOZ NEIRA, JORGE MARIO CRUZ DUARTE
2020	Entropy generation in a mass-spring-damper system using a conformable model	Symmetry ISSN: 2073-8994, 2020 vol:12 fasc: 3 págs: 1 - 11, **DOI:**10.3390/sym12030395	JORGE MARIO CRUZ DUARTE, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2020	A solution of implicit model of series-parallel photovoltaic arrays by using deterministic and metaheuristic global optimization algorithms.	Energies ISSN: 1996-1073, 2020 vol:13 fasc: 4 págs: 1 - 22, **DOI:**10.3390/en13040801	LUIS MIGUEL PEREZ ARCHILA, JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS RODRIGO CORREA CELY, LUZ ADRIANA TREJOS GRISALES, DANIEL GONZALEZ MONTOYA
2020	A solution of implicit model of series-parallel photovoltaic arrays by using deterministic and metaheuristic global optimization algorithms	nergies ISSN: 1996-1073, 2020 vol:13 fasc: 4 págs: 1 - 22, **DOI:**10.3390/en13040801	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2020	Entropy generation analysis for the design of a flat plate solar collector with fins	DYNA ISSN: 0012-7353, 2020 vol:87 fasc: págs: 199 - 208, **DOI:**10.15446/dyna.v87n212.80111	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, MANUEL FERNANDO ROA ARDILA, MILTON JAVIER MUNOZ NEIRA
2020	Solucion del modelo de un generador fotovoltaico utilizando los algoritmos de optimizacion Trust Region Dogleg y PSO	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: 1 págs: 37 - 48, **DOI:**10.18273/revuin.v19n1-2020003	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2019	Predective active disturbance rejection control for insulin infusion in patients with T1DM	IFAC-PapersOnLine ISSN: 2405-8963, 2019 vol:52 fasc: 17 págs: 105 - 110, **DOI:**	JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA, RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	Influencia de las propiedades de los registros de audio en sistemas de verificación de hablantes en el contexto forense: una revisión del estado del arte	Logos Ciencia & Tecnología ISSN: 2422-4200, 2019 vol:11 fasc: 3 págs: 181 - 194, **DOI:**10.22335/rlct.v11i3.982	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA
2019	Fractional calculus-based processing for feature extraction in harmonic-polluted fault monitoring systems	Energies ISSN: 1996-1073, 2019 vol:12 fasc: 19 págs: 1 - 14, **DOI:**10.3390/en12193736	JORGE MARIO CRUZ DUARTE, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2019	ENDOCARP ANALYSIS OF A TRADITIONAL VARIETY OF COLOMBIAN COFFEE	Coffee Science ISSN: 1984-3909, 2019 vol:14 fasc: 2 págs: 206 - 222, **DOI:**10.25186/cs.v14i2.1572	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2019	Comparative analysis of surface waves attributes from unsupervised ranking methods and elastic modeling	Conference And Technical Exhibition - European Association Of Geoscientists And Engineers ISSN: 1028-3668, 2019 vol:81 fasc: N/A págs: - , **DOI:**10.3997/2214-4609.201901452	IVAN JAVIER SANCHEZ GALVIS
2019	Metodologia para la solucion de modelos masa-resorte-amortiguador (MRA), mediante algoritmos de optimizacion global	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 1 págs: 49 - 60, **DOI:**10.18273/revuin.v18n1-2019004	JORGE MARIO CRUZ DUARTE, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2019	Concentration of Cadmium in Cacao Fields and its Relationship with Soil Characteristics in NorthEast Colombia	Pollution Research ISSN: 0257-8050, 2019 vol:38 fasc: 1 págs: 91 - 101, **DOI:**	WILMER SEPULVEDA SEPULVEDA, FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA, MANUEL GUILLERMO PABON MACHUCA
2019	Magneto-Rheological dataset for an extra heavy crude oil (8.5°API) in the presence ofa constant magnetic field	Data in Brief ISSN: 2352-3409, 2019 vol:1 fasc: págs: 1 - 48, **DOI:**	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2019	Metodología para la solución de modelos Masa-Resorte-Amortiguador(MRA) mediante algoritmos de optimización global	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 1 págs: 49 - 60, **DOI:**10.18273/revuin.v18n1-2019004	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE
2019	Linear active disturbance rejection control for a raceway photobioreactor	Control Engineering Practice ISSN: 0967-0661, 2019 vol:85 fasc: N/A págs: 271 - 279, **DOI:**10.1016/j.conengprac.2019.02.007	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, JOSE LUIS GUZMAN, JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA
2019	Data decoding of integer orbital angular momentum beams based in straight edge diffraction nanometric film	DYNA ISSN: 0012-7353, 2019 vol:86 fasc: 209 págs: 170 - 179, **DOI:**10.15446/dyna.v86n209.74129	JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ, CARLOS FERNANDO DIAZ MEZA, CRISTIAN HERNANDO ACEVEDO CACERES, YESID TORRES MORENO, JESUS HERNAN MENDOZA CASTRO
2019	Mismatched Series-Parallel Photovoltaic Generator Modeling: An Implicit Current-Voltage Approach	IEEE Journal of Photovoltaics ISSN: 2156-3381, 2019 vol:9 fasc: 3 págs: 768 - 774, **DOI:**10.1109/JPHOTOV.2019.2898208	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE
2019	The effect of a magnetic field and magnetite nanoparticles on the electrodeposition of asphaltenes of a Colombian 21api oil sample	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1159 fasc: 1 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012002	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA, CARLOS RODRIGO CORREA CELY

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	Linear active disturbance rejection control for a raceway photobioreactor	Control Engineering Practice ISSN: 0967-0661, 2019 vol:2019 fasc: N/A págs: 271 - 279, **DOI:**	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA
2019	Predictive Active Disturbance Rejection Control for Insulin Infusion in Patients with T1DM	IFAC-PapersOnLine ISSN: 2405-8963, 2019 vol:52 fasc: N/A págs: 105 - 110, **DOI:**	JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA, RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, JOSE LUIS GUZMAN
2019	Clasificación de Gestos de la Lengua de Señas Colombiana a partir del Análisis de Señales Electromiográficas utilizando Redes Neuronales Artificiales	Informacion Tecnologica ISSN: 0718-0764, 2019 vol:30 fasc: 2 págs: 171 - 180, **DOI:**10.4067/S0718-07642019000200171	ELVIS HUMBERTO GALVIS SERRANO, IVAN JAVIER SANCHEZ GALVIS, YUDY NATALIA FLOREZ ORDONEZ, SERGIO ANDRES ZABALA VARGAS
2018	Herramienta de software para determinar constantes ópticas en celdas solares tipo película delgada	DYNA ISSN: 0012-7353, 2018 vol:85 fasc: 206 págs: 321 - 328, **DOI:**10.15446/dyna.v85n206.70003	HEINER ALEXANDER VARGAS PEREA, MONICA ANDREA BOTERO LONDONO, FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPULVEDA, CLARA LILIA CALDERON TRIANA
2018	An alternative method to calculate the harmonic components from Electrochemical Frequency Modulation data using polynomial fitting	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012002	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, MAURICIO RINCON ORTIZ, ALFREDO GUALDRON GAMARRA
2018	Implementation of a piezo-diagnostics approach for damage detection based on PCA in a linux-based embedded platform	Sensors ISSN: 1424-8220, 2018 vol:18 fasc: N/A págs: 1 - 15, **DOI:**10.3390/s18113730	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA, LUIS EDUARDO MUJICA DELGADO, JHONATAN CAMACHO NAVARRO, MAGDA LILIANA RUIZ ORDONEZ, ANDRES FELIPE QUINTERO PARRA
2018	Thermal Analysis of Coffee Hulls and their Effect on the Drying Process in Conventional Ovens	Indian Journal of Science and Technology ISSN: 0974-6846, 2018 vol:11 fasc: 36 págs: 1 - 13, **DOI:**10.17485/ijst/2018/v11i36/131682	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2018	A closed form expression for the Gaussian¿based Caputo¿Fabrizio fractional derivative for signal processing applications	ommunications in Nonlinear Science and Numerical Simulation ISSN: 1007-5704, 2018 vol:61 fasc: págs: 138 - 148, **DOI:**10.1016/j.cnsns.2018.01.020	JORGE MARIO CRUZ DUARTE, CARLOS RODRIGO CORREA CELY
2018	Global optimization algorithms applied in a parameter estimation strategy	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 1 págs: 233 - 242, **DOI:**10.18273/revuin.v17n1-2018023	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE, JUAN GABRIEL AVINA
2018	Thermal conductivities estimation in orthotropic materials making use of global optimization algorithms [Estimación de conductividades térmicas en materiales ortotrópicos mediante algoritmos de optimización global]	Revista Dyna ISSN: 2346-2183, 2018 vol:85 fasc: 205 págs: 140 - 147, **DOI:**10.15446/dyna.v85n205.68026	EDGAR SNEYDER GARCIA MORANTES, CARLOS RODRIGO CORREA CELY

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2018	Cargador de baterías fotovoltaico con control por modos deslizantes y limitación de la derivada de corriente de carga	Tecnológicas ISSN: 2256-5337, 2018 vol:21 fasc: 42 págs: 129 - 145, **DOI:**10.22430/22565337.784	CARLOS ANDRES RAMOS PAJA, ANDRES JULIAN SAAVEDRA MONTES, JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ
2018	Features of Cross-Correlation Analysis in a Data-Driven Approach for Structural Damage Assessment	Sensors ISSN: 1424-8220, 2018 vol:18 fasc: 5 págs: - , **DOI:**10.3390/s18051571	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA
2018	General modeling procedure for photovoltaic arrays	Electric Power Systems Research ISSN: 0378-7796, 2018 vol:155 fasc: págs: 67 - 79, **DOI:**10.1016/j.epsr.2017.09.023	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS ANDRES RAMOS PAJA, DANIEL GONZALEZ MONTOYA, GIOVANNI PETRONE, GIOVANNI SPAGNUOLO, LUZ ADRIANA TREJOS GRISALES
2018	THERMAL ANALYSIS OF COFFEE BEANS OF CASTILLA VARIETY GROWN IN COLOMBIA	Revista Mexicana de Ingeniería Química ISSN: 2395-8472, 2018 vol:17 fasc: 3 págs: 1147 - 1158, **DOI:**	MANUEL FERNANDO ROA ARDILA
2018	Thermal analysis of coffee beans of castilla variety grown in Colombia [Análisis térmico de granos de café variedad castilla cultivado en Colombia]	Revista Mexicana de Ingeniería Química ISSN: 1665-2738, 2018 vol:17 fasc: págs: 1147 - 1158, **DOI:**10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2018v17n3/Munoz	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, JORGE MARIO CRUZ DUARTE
2018	Internal volumetric heat generation and heat capacity prediction during a material electromagnetic treatment process using hybrid algorithms	ngenieria e Investigacion ISSN: 2248-8723, 2018 vol:38 fasc: 1 págs: 74 - 82, **DOI:**10.15446/ing.investig.v38n1.64225	CARLOS RODRIGO CORREA CELY, EDGAR SNEYDER GARCIA MORANTES, IVAN MAURICIO AMAYA CONTRERAS
2018	A Procedure for Modeling Photovoltaic Arrays under Any Configuration and Shading Conditions	Energies ISSN: 1996-1073, 2018 vol:10 fasc: págs: 1 - 17, **DOI:**10.3390/en11040767	JUAN DAVID BASTIDAS RODRIGUEZ, CARLOS ANDRES RAMOS PAJA, DANIEL GONZALEZ MONTOYA, GIOVANNI PETRONE, GIOVANNI SPAGNUOLO, LUZ ADRIANA TREJOS GRISALES
2018	Active Disturbance Rejection and PID Control of a One-stage Refrigeration Cycle	IFAC-PapersOnLine ISSN: 2405-8963, 2018 vol:51 fasc: N/A págs: 444 - 449, **DOI:**	JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA, RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA
2018	Support stiffness monitoring of cylindrical structures using magnetostrictive transducers and the torsional mode T(0, 1)	Sensors ISSN: 1424-8220, 2018 vol:18 fasc: 4 págs: - , **DOI:**10.3390/s18041263	RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA
2018	Active Disturbance Rejection and PID Control of a One-stage Refrigeration Cycle	IFAC-PapersOnLine ISSN: 2405-8963, 2018 vol:51 fasc: 4 págs: - , **DOI:**10.1016/j.ifacol.2018.06.135	JOSE JORGE CARRENO ZAGARRA, RODOLFO VILLAMIZAR MEJIA
2018	Estimation of thermal properties of a solid sample during a microwave heating process	Applied Thermal Engineering ISSN: 1359-4311, 2018 vol:129 fasc: págs: 587 - 595, **DOI:**10.1016/j.applthermaleng.2017.10.037	CARLOS RODRIGO CORREA CELY

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2018	Design of Bactericidal Peptides Against Escherichia coli O157:H7, Pseudomonas aeruginosa and methicillin-resistant Staphylococcus aureus	Medicinal Chemistry ISSN: 1573-4064, 2018 vol:14 fasc: 7 págs: 741 - 752, **DOI:**http://doi.org/10.2174/1573406414666180508120024	DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO, NYDIA PAOLA RONDON VILLARREAL, RODRIGO GONZALO TORRES SAEZ

Patentes

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor(es)
2020	Patente de Invención Otorgada: Péctidos Sintéticos con Actividad Biológica. Resolución N° 4648 del 12 de febrero de 2020 de la Superintendencia de Industria y Comercio, República de Colombia.	Colombia	Daniel Alfonso Sierra Bueno,
2020	Patente de Invención Otorgada: Nuevas moléculas antimicrobianas. Resolución N° 4651 del 12 de febrero de 2020 de la Superintendencia de Industria y Comercio, República de Colombia	Colombia	Daniel Alfonso Sierra Bueno,
2016	Solicitud de patente: Método y circuito para compensar la tensión de offset de circuitos electrónicos. No. radicación:16171357.	Colombia	Rodolfo Villamizar Mejía, Elkim Felipe Roa Fuentes
2014	Dispositivo de transmisión continuamente variable (CVT) comandada por un motor-reductor.	Colombia	Carlos Rodrigo Correa Cely, Jhony De Jesus Leyva Ricardo, Gisell Bernate Izquierdo

Otros productos académicos

Año	Título del producto	Descripción	Autor(es)
2016	Invención de glucómetro no invasivo basado en espectrometría infraroja. - Convocatoria Cámara de Comercio	Dispositivo que a partir de la medición del coeficiente de transmisión de luz infrarroja cercana en el dedo índice de la mano se infiere la concentración de glucosa vascular con la ventaja de ser una técnica NO INVASIVA para el paciente en comparación con las glucometrías comerciales (de laboratorio o portables) en las que se requiere la extracción de muestra de sangre.	Rodolfo Villamizar Mejía

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Desarrollo de un sistema de verificación del hablante basado en información de tipo acústicoarticulatorio	Universidad Industrial de Santander-UIS	$ 34,517,110.00	Director: Franklin Alexander Sepúlveda Coinvestigador: Daniel Alfonso Sierra Bueno
Actividades			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
- Recolección de base de datos de ultrasonido del tracto vocal. - Segmentación de imágenes de ultrasonido para determinar el contorno superior. - Desarrollo de sistema de verificación del hablante basado en modelos de mezclas Gaussianas y modelo universal. - Desarrollo de sistemas de verificación del hablante basado en técnicas del estado del arte. - Comparación del desempeño de algoritmos de verificación del hablante basados en características articulatorias y de tipo acústico. - Desarrollo de un sistema de inversión articulatoria basado en modelos de redes profundas (Deep Learning).			

Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales - HDSP

Director: Henry Arguello Fuentes
Clasificación Minciencias: A1

Líneas de Investigación del Grupo.

Diseño de Algoritmos Computacionales
Muestreo Compresivo
Percepción Remota
Procesamiento de Datos Multidimensionales

Misión	Estudiar los problemas que conlleva el tratamiento de gran cantidad de datos, la aproximación a soluciones de problemas de optimización y el procesamiento de información comprimida. • Incorporar áreas de investigación de alto impacto a nivel nacional e internacional. • Liderar trabajos de investigación en las líneas de investigación asociadas dentro y fuera de la Universidad Industrial de Santander. • Desarrollar proyectos de investigación multidisciplinarios que promuevan el trabajo entre diferentes grupos y que incentiven la generación de proyectos de competencia internacional. • Fortalecer las competencias de los estudiantes inscritos al grupo en el desarrollo de algoritmos y procesamiento de datos multidimensionales. • Participar activamente en convocatorias nacionales e internacionales con el fin de buscar financiación para futuros proyectos de investigación. Desarrollar proyectos de extensión como aporte al desarrollo social de la región.
Visión	Ser un grupo de investigación categoría A1 avalado por Colciencias, reconocido internacionalmente por sus aportes científicos a través de sus líneas de investigación, con una red interdisciplinaria de investigadores de pregrado y posgrado, que cuente con laboratorios propios y esté vinculado al sector productivo.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Henry Arguello Fuentes	PhD. Electrical and Computer Engineering	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Sergio Fernando Castillo Castiblanco	Doctor en Ingeniería de Sistemas Telemáticos	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Fernando Antonio Rojas Morales	Magíster en Ciencias Computacionales	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Said David Pertuz Arroyo	Doctor en Ingeniería Informática	Tiempo completo – Escuela de Física - Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Hoover Fabián Rueda Chacón	PhD. Electrical and Computer Engineering	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Producción académica

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2022	Hyperspectral and multispectral image fusion addressing spectral variability by an augmented linear mixing model	International Journal of Remote Sensing, ISSN: 1366-5901, Vol. 43, No. 5, p.1577-1608, DOI: 10.1080/01431161.2022.2041762	Ariolfo Camacho, Edwin Vargas, Henry Arguello
2022	C-3SPCD: coded aperture similarity constrained design for spatio-spectral classification of single-pixel measurements	Applied Optics ISSN: 1559-128X. Vol 61, No. 8. E21-E32 (2022), doi: https://doi.org/10.1364/AO.445326	Carlos Hinojosa, Karen Sanchez, Hans Garcia, and Henry Arguello
2022	Learning spectral initialization for phase retrieval via deep neural networks	Applied Optics ISSN: 1559-128X. Vol 61, No. 9. F25-F33 (2022), doi: https://doi.org/10.1364/AO.445085	David Morales, Andrés Jerez, and Henry Arguello
2021	Adaptive Multisensor Acquisition via Spatial Contextual Information for Compressive Spectral Image Classification	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. Electronic ISSN: 2151-1535. doi: 10.1109/JSTARS.2021.3111508	N. Diaz, J. M. Ramirez, E. Vera and H. Arguello
2021	Anomaly Detection and Classification in Multispectral Time Series Based on Hidden Markov Models	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Electronic ISSN: 1558-0644, doi: 10.1109/TGRS.2021.3101127	K. M. León-López, F. Mouret, H. Arguello and J. -Y. Tourneret,
2021	Efficient subspace clustering of hyperspectral images using similarity-constrained sampling	Journal of Applied Remote Sensing 15(3), 036507 (27 July 2021) ISSN: 19313195 . https://doi.org/10.1117/1.JRS.15.036507	Jhon Lopez, Carlos A. Hinojosa, and Henry Arguello
2021	A Consensus Equilibrium Approach for 3-D Land Seismic Shots Recovery	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters ISSN: 1558-0571, doi: 10.1109/LGRS.2021.3082421	P. Goyes-Peñafiel, E. Vargas, C. V. Correa, W. Agudelo, B. Wohlberg and H. Arguello
2021	Compressive spectral image fusion via a single aperture high throughput imaging system.	Scientific Report 11, 10311 (2021) ISSN:2045-2322. https://doi.org/10.1038/s41598-021-89788-y	Rueda-Chacon, H., Rojas, F. & Arguello, H
2021	Compressive spectral image reconstruction using deep prior and low-rank tensor representation	Applied Optics ISSN: 2155-3165. Vol. 60, Issue 14, pp. 4197-4207 (2021)	Jorge Bacca, Yesid Fonseca, and Henry Arguello
2021	Snapshot compressive spectral depth imaging from coded aberrations	Optics Express ISSN: 1094-4087, Vol. 29, pp. 8142-8159 (2021)	Miguel Marquez, Pablo Meza, Fernando Rojas, Henry Arguello, Esteban Vera.
2021	Adaptive coded aperture design for compressive computed tomography.	Journal of Computational and Applied Mathematics ISSN: 0377-0427, Volume 384, 1, pp. 113174	Andrés Jerez, Miguel Márquez, Henry Arguello.
2021	High-resolution coded aperture optimization for super-resolved compressive x-ray cone-beam computed tomography	Applied Optics. Vol 60, pp. 959-970 (2021)	Edson Mojica, Claudia V. Correa, and Henry Arguello,
2021	Compressive Spectral Imaging Via Virtual Side Information	IEEE Transactions on Computational Imaging ISSN: 2573-0436, vol. 7, pp. 114-123, 2021, doi: 10.1109/TCI.2021.3052050.	M. Marquez, H. Rueda-Chacon and H. Arguello
2021	Mid-Infrared Compressive Hyperspectral Imaging.	Remote Sensing. 2021, 13, 741. https://doi.org/10.3390/rs13040741	Yang, S.; Yan, X.; Qin, H.; Zeng, Q.; Liang, Y.; Arguello,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
			H.; Yuan, X.
2021	Hyperspectral image segmentation using 3D regularized subspace clustering model.	Journal of Applied Remote Sensing ISSN: 1931-3195, 15(1), 016508 (2021)	Carlos A. Hinojosa, Fernando Rojas, Sergio Castillo, Henry Arguello
2021	Feature fusion via dualresolution compressive measurement matrix analysis for spectral image classification.	Signal Processing: Image Communication ISSN: 1879-2677. Volume 90, January 2021, p.116014	Juan Marcos Ramirez, José Ignacio Martínez Torre, Henry Arguello.
2020	Nonlocal Low-Rank Abundance Prior for Compressive Spectral Image Fusion	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, ISSN: 1558-0644, vol. 59, no. 1, pp. 415-425, Jan. 2021, doi: 10.1109/TGRS.2020.2993541.	T. Gelvez and H. Arguello
2020	Fast Target Detection via Template Matching in Compressive Phase Retrieval	IEEE Transactions on Computational Imaging, ISSN: 2573-0436, vol. 6, pp. 934-944, 2020, doi: 10.1109/TCI.2020.2995999.	A. Jerez, S. Pinilla and H. Arguello
2020	SPUD: simultaneous phase unwrapping and denoising algorithm for phase imaging	Applied Optics 59, D81-D88 (2020)	Jesus Pineda, Jorge Bacca, Jhacson Meza, Lenny A. Romero, Henry Arguello, and Andres G. Marrugo
2020	Online Tensor Sparsifying Transform Based on Temporal Superpixels From Compressive Spectral Video Measurements	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 5953-5963, 2020, doi: 10.1109/TIP.2020.2985871.	K. M. León-López and H. A. Fuentes
2020	Phase Recovery Guarantees From Designed Coded Diffraction Patterns in Optical Imaging	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 5687-5697, 2020, doi: 10.1109/TIP.2020.2985208	A. Guerrero, S. Pinilla and H. Arguello
2020	Coupled deep learning coded aperture design for compressive image classification	Optics Express 28, 8528-8540 (2020)	Jorge Bacca, Laura Galvis, and Henry Arguello
2020	Optimized Sensing Matrix for Single Pixel Multi-Resolution Compressive Spectral Imaging	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 4243-4253, 2020, doi: 10.1109/TIP.2020.2971150	H. Garcia, C. V. Correa and H. Arguello
2020	Compressive Spectral Light Field Image Reconstruction via Online Tensor Representation	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 3558-3568, 2020, doi: 10.1109/TIP.2019.2963376	M. Marquez, H. Rueda-Chacon and H. Arguello
2020	Convolutional sparse coding framework for compressive spectral imaging.	Journal of Visual Communication and Image Representation, ISSN 1047-3203, Volume 66, January 2020, 102690	Crisostomo Barajas-Solano, Juan-Marcos Ramirez, Henry Arguello
2020	ADMM-based l1-l1 optimization algorithm for	Signal Processing ISSN: 0165-1684, vol. 167, pp. 107296, 2020.	Héctor Miguel Vargas García, Juan Marcos Ramírez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
	robust sparse channel estimation in OFDM systems		Rondón, Henry Arguello Fuentes
2019	Coded aperture optimization for single pixel compressive computed tomography	Journal of Computational and Applied Mathematics ISSN: 0377-0427 ed: Elsevier Bv, vol. 348, pp. 58 - 69, 2019.	Miguel Angel Marquez Castellanos, Henry Arguello Fuentes
2019	Spectral Image Fusion From Compressive Measurements Using Spectral Unmixing and a Sparse Representation of Abundance Maps	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing ISSN: 0196-2892 ed: Institute of Electrical and Electronics Engineers, vol. 57, fasc. 7, pp. 1 - 11, 2019.	Edwin Mauricio Vargas Diaz, Henry Arguello Fuentes, Jean-Yves Tourneret
2019	An analysis of spectral variability in hyperspectral imagery: a case study of stressed oil palm detection in Colombia	International Journal of Remote Sensing ISSN 0143-1161 ed: Taylor & Francis., vol. 40, fasc. 19, pp. 7603 - 7623, 2019.	Ariolfo Camacho Velasco, Claudia Victoria Correa Pugliese, Henry Arguello Fuentes
2019	Noniterative Hyperspectral Image Reconstruction From Compressive Fused Measurements	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing ISSN: 1939-1404 ed: Institute of Electrical and Electronics Engineers, vol. 12, fasc. 4, pp. 1231 - 1239, 2019.	Jorge Luis Bacca Quintero, Claudia Victoria Correa Pugliese, Henry Arguello Fuentes
2019	Supervised spatio-spectral classification of fused images using superpixels	Applied Optics ISSN: 2155-3165 ed: Optical Society of America (OSA) vol. 58, fasc. 7, pp. 9 - 18, 2019.	Karen Yaneth Sanchez Quiroga, Carlos Alberto Hinojosa Montero, Henry Arguello Fuentes
2019	Fast Marching Method in Seismic Ray Tracing on Parallel GPU Devices	Communications in Computer and Information Science ISSN: 1865-0929 ed: Springer-Verlag Berlin/Heidelberg, vol. 979, pp. 101 - 110, 2019.	Jorge Enrique Monsegny Parra, Jonathan Arley Monsalve Salazar, Kareth Marcela León López, Maria Teresa Duarte Castro, Sandra Janneth Becerra Suarez, William Mauricio Agudelo Zambrano, Henry Arguello Fuentes
2019	Temporal Colored Coded Aperture Design in Compressive Spectral Video Sensing	IEEE Transactions on Image Processing ISSN: 1057-7149 ed: IEEE, vol. 28, fasc. 1, pp. 253 - 264, 2019.	Kareth Marcela León López, Laura Viviana Galvis Carreño, Henry Arguello Fuentes
2019	Shifting colored coded aperture design for spectral imaging	Applied Optics ISSN: 1559-128X ed: Optical Society of America (OSA), vol. 58, fasc. 7, pp. 28 - 38, 2019.	Laura Viviana Galvis Carreño, Edson Fabian Mojica Rodríguez, Henry Arguello Fuentes, Gonzalo R. Arce
2019	Adaptive grayscale compressive spectral imaging using optimal blue noise coding patterns	Optics and Laser Technology ISSN: 0030-3992 ed: Elsevier Science, vol. 117, fasc. C, pp. 147 - 157, 2019.	Nelson Eduardo Díaz Díaz, Carlos Alberto Hinojosa Montero, Henry Arguello Fuentes
2019	Multiresolution compressive feature fusion for spectral image classification	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing ISSN: 0196-2892, vol. 57, fasc. 12, pp. 9900 - 9911, 2019.	Juan Marcos Ramírez Rondón, Henry Arguello Fuentes
2019	A Low-Rank Model for compressive spectral image classification	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing ISSN: 0196-2892, vol. 57, fasc. 12, pp. 9888 - 9899, 2019.	Héctor Miguel Vargas García, Henry Arguello Fuentes
2019	Seismic source reconstruction in an orthogonal geometry based on local and non-local information in the time slice domain	Journal of Applied Geophysics ISSN: 0926-9851, vol. 170, pp. 103846, 2019	Ofelia Patricia Villarreal Dulcey, Kareth Marcela León López, Dayanna Slendy Espinosa Mejía, William Mauricio Agudelo Zambrano,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
			Henry Arguello Fuentes
2019	Compressive spectral imaging via deformable mirror and colored-mosaic detector	imaging via deformable mirror and colored-mosaic detector Optics Express ISSN: 1094-4087, vol. 27, fasc. 13, pp. 17795 - 17808, 2019.	Miguel Ángel Márquez Castellanos, Pablo Meza, Henry Arguello Fuentes, Esteban Vera
2019	Spectral image fusion from compressive measurements using spectral unmixing	IEEE Transactions on Image Processing, Institute of Electrical and Electronics Engineers ISSN: 1057-7149, vol. 28, fasc. 5, pp. 2271 - 2282, 2019.	Edwin Mauricio Vargas Díaz, Oscar Javier Espitia Mendoza, Henry Arguello Fuentes, Jean-Yves Tourneret
2018	Coded aperture design for solving the phase retrieval problem in X-ray crystallography	Journal Of Computational And Applied Mathematics ISSN: 0377-0427, vol. 338, pp. 111 - 128, 2018.	Samuel Eduardo Pinilla Sánchez, Hans Yecid García Arenas, Luis Miguel Diaz Morales, Juan Carlos Poveda Jaramillo, Henry Arguello Fuentes.
2018	Phase Retrieval Algorithm via Nonconvex Minimization using a Smoothing Function	IEEE Transactions On Signal Processing ISSN: 1053-587X ed: Institute of Electrical and Electronics Engineers, vol. 66, fasc. 17, pp. 4574 - 4584, 2018.	Samuel Eduardo Pinilla Sánchez, Jorge Luis Bacca Quintero, Henry Arguello Fuentes.
2018	Binary Codification Design for Compressive Imaging by Uniform Sensing	IEEE Transactions on Image Processing ISSN: 1057-7149 ed: IEEE, vol. 27, fasc. 12, pp. 5775 - 5786, 2018.	Yuri Hercilia Mejia Melgarejo, Henry Arguello Fuentes.
2018	Multi-Resolution Compressive Spectral Imaging Reconstruction From Single Pixel Measurements	IEEE Transactions on Image Processing ISSN: 1057-7149, vol. 27, fasc. 12, pp. 6174 - 6184, 2018.	Hans Yecid García Arenas, Claudia Victoria Correa Pugliese, Henry Arguello Fuentes.
2018	Adaptive filter design via a gradient thresholding algorithm for compressive spectral imaging	Applied Optics ISSN: 1559-128X vol. 57, fasc. 17, pp. 4890 - 4900, 2018.	Nelson Eduardo Díaz Díaz, Hoover Fabian Rueda Chacón, Henry Arguello Fuentes.
2018	SLIC super-pixels for multiresolution compressive spectral imaging reconstruction	Optica Pura y Aplicada ISSN: 0030-3917, vol. 51, fasc. 3, pp. 1 - 10, 2018.	Hans Yecid García Arenas, Claudia Victoria Correa Pugliese, Henry Arguello Fuentes
2018	Compressive Multispectral Spectrum Sensing for Spectrum Cartography	Revista Sensors ISSN: 1424-8220, vol. 18, fasc. 2, pp. 387 - 407, 2018.	Jeison Marín Alfonso, José Ignacio Martínez Torre, Henry Arguello Fuentes, Leonardo Betancur Agudelo
2018	Coded Aperture Design for Compressive Spectral Subspace Clustering	IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing ISSN: 1932-4553, vol. 12, fasc. 6, pp. 1589 - 1600, 2018.	Carlos Alberto Hinojosa Montero, Jorge Luis Bacca Quintero, Henry Arguello Fuentes
2018	Coded diffraction system in Xray crystallography using a boolean phase coded aperture approximation	Optics Communications ISSN: 0030-4018, vol. 410, fasc. 1, pp. 707 - 716, 2018.	Samuel Eduardo Pinilla Sánchez, Juan Carlos Poveda Jaramillo, Henry Arguello Fuentes
2018	Compressive Multispectral Model for Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks	Ingeniare ISSN: 0718-3305, vol. 26, fasc. 2, pp. 225 - 240, 2018.	Jeison Marín Alfonso, José Ignacio Martínez Torre, Leonardo Betancur Agudelo, Henry Arguello Fuentes

Artículos en revistas internacionales no indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2022	Phase Retrieval for Radar Waveform Design	arXiv preprint arXiv:2201.11384	Samuel Pinilla, Kumar Vijay Mishra, Brian M Sadler, Henry Arguello
2021	Covariance Estimation from Compressive Data Partitions using a Projected Gradientbased Algorithm.	arXiv preprint arXiv:2101.04027	Jonathan Monsalve, Juan Ramirez, Iñaki Esnaola, Henry Arguello.
2021	Deep Coded Aperture Design: An End-to-End Approach for Computational Imaging Tasks	arXiv preprint arXiv:2105.03390	Jorge Bacca, Tatiana Gelvez and Henry Arguello.
2021	Subspace-Based Feature Fusion From Hyperspectral And Multispectral Image For Land Cover Classification.	arXiv preprint arXiv:2102.11228	Juan Ramírez, Héctor Vargas, José Ignacio Martínez, Henry Arguello.
2021	A fast and Accurate Similarity-constrained Subspace Clustering Framework for Unsupervised Hyperspectral Image Classification.	arXiv preprint arXiv:2104.06975	Carlos Hinojosa, Esteban Vera, Henry Arguello.
2021	Time-Multiplexed Coded Aperture Imaging: Learned Coded Aperture and Pixel Exposures for Compressive Imaging Systems.	arXiv preprint arXiv:2104.02820	Edwin Vargas, Julien NP Martel, Gordon Wetzstein, Henry Arguello
2021	LADMM-Net: An Unrolled Deep Network For Spectral Image Fusion From Compressive Data.	arXiv: 2103.00940	Juan Marcos Ramírez, José Ignacio Martínez Torre, Henry Arguello Fuentes.

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Classification of Cocoa Beans Based on their Level of Fermentation using Spectral Information.	Revista TecnoLógicas, Volumen 24, N. 50, pp. 172-188, ed. Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM. ISSN: 0123-7799	Karen Sánchez, Jorge Bacca, Laura Arévalo-Sánchez, Henry Arguello, Sergio Castillo.
2020	Fusion of Hyperspectral and Multispectral Images Based on a Non-locally Centralized Sparse Model of Abundance Maps.	Tecnura.Volumen 24, No. 66, pp. 62-75, ed. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.	Kevin Arias, Edwin Vargas, Fernando Rojas, Henry Arguello
2020	Fusión de imágenes hiperespectrales y multiespectrales basado en un modelo de escacez centralizado no local de mapas de abundancias.	Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento, ISSN-e 0123-921X, Vol. 24, N°. 66, 2020	Edwin Vargas, Kevin Arias, Fernando Rojas, Henry Arguello Fuentes
2019	Sparse Subspace Clustering in Hyperspectral Images using Incomplete Pixels	TecnoLógicas ISSN: 0123-7799, vol. 22, fasc. 46, pp. 6-19, 2019.	Jorge Luis Bacca Quintero, Henry Arguello Fuentes
2019	Classification of hass avocado (persea americana mill) in terms of its ripening via hyperspectral images	TecnoLógicas ISSN: 0123-7799, vol. 22, fasc. 45, pp. 111-130, 2019.	Jhon Edward Pinto Barrera, Hoover Fabian Rueda Chacón, Henry Arguello Fuentes

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	"Spectral unmixing approach in hyperspectral remote sensing: a tool for oil palm mapping".	TecnoLógicas ISSN: 0123-7799, vol. 22, fasc. 45, pp. 131-145, 2019.	Héctor Miguel Vargas García, Ariolfo Camacho Velasco, Henry Arguello Fuentes
2018	Reconstrucción basada en multirresolución para la adquisición de vídeo espectral compresivo usando un sensor de multiplexación espectral	Revista UIS Ingenierías ISSN: 1657-4583, vol. 17, fasc. 1, pp. 209 - 216, 2018.	Henry Arguello Fuentes, Kareth Marcela León López, Laura Viviana Galvis Carreño.
2018	Single pixel compressive spectral polarization imaging using a movable micro-polarizer array	Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia ISSN: 0120-6230, vol. 88, pp. 91 - 99, 2018.	Jorge Luis Bacca Quintero, Héctor Miguel Vargas García, Daniel Ricardo Molina Velasco, Henry Arguello Fuentes.
2018	Modelo de muestreo y compresión de mapas de interferencia con base en sensado comprimido	Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada ISSN: 1692-7257, vol. 2, fasc. 32, pp. 92 - 97, 2018.	Jeison Marín Alfonso, Carlos Augusto Fajardo Ariza, Leonardo Betancur Agudelo, Henry Arguello Fuentes.

Patentes

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor(es)
2016	Spectral imaging sensors and methods. US009343491B2	Estados Unidos	Henry Arguello Fuentes, Gonzalo R. Arce

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Optimización de aperturas codificadas para la reconstrucción de patrones de difracción de alta resolución en cristalografía de rayos X, utilizando técnicas de superresolución de imágenes (2019)	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 50.000.000	Henry Arguello Fuentes, Juan Carlos Poveda Jaramillo
Actividades La cristalografía de los rayos X es una técnica tecnológica integrada para determinar la estructura atómica tridimensional de un cristal, debido a que la interacción de un haz de rayos X con el cristal produce patrones de difracción espaciados, que han sido informados en detalle de la estructura cristalina. Las imágenes resultantes de los sistemas de medición de patrones de difracción de rayos X están relacionados matemáticamente con el modelo de la transformada de Fourier. En cristalografía de rayos X se puede obtener imágenes resolución alta en la exposición en el cristal a la radiación, lo que conlleva una degradación significativa del mismo, o los sensores de alta resolución, lo que se incrementa. Trabajos recientes han incluido aperturas codificadas en arquitecturas de cristalografía de rayos X para garantizar la integridad estructural de las muestras y reducir los tiempos de adquisición en los datos.			
Image reconstruction from compressed measurements: application to hyperspectral and medical imaging (2018)	Colciencias-STIC-MATHAmSud	$ 33.318.880	Henry Arguello Fuentes
Actividades This project will be the opportunity to gather researchers from different communities, i.e., medical imaging, hyperspectral imaging and statistical signal processing, with the main objective of bringing CS closer to hyperspectral and medical imaging by developing new methodological approaches meeting the practical constraints specific to each application.			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Tomografía computarizada compresiva utilizando técnicas de superresolución para aumentar la calidad de las imágenes reconstruidas de rayos-x (2017)	Ecopetrol /Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 30.000.000	Henry Arguello Fuentes, Fernando Antonio Rojas, Jaime Alberto Albarracín.
Actividades Obtención de imágenes de tomografía computarizada de rayos X de alta resolución, a partir de sensores de baja resolución, los cuales implican bajos costos en los cambios de la arquitectura al incluir aperturas codificadas, las cuales deben ser diseñadas para que sea posible reducir la dosis de radiación, cuando se aplican conceptos de la teoría de muestreo compresivo, que permite reconstruir imágenes de CT con un número reducido de muestras.			

Investigaciones en Ejecución

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo como herramientas para la cobertura universal de la salud. Caso de estudio: seguimiento local y remoto del tratamiento de úlceras en extremidades inferiores en pacientes provenientes de comunidades rurales y municipios de Santander (2020)	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 200.000.000	Sergio Fernando Castillo
Actividades Desarrollar una herramienta computacional basada en análisis de datos, procesamiento de imágenes e inteligencia artificial para apoyo diagnóstico y seguimiento local y remoto de los pacientes con úlceras vasculares y secundarias a pie diabético en Santander.			

Energía y Medio Ambiente (GIEMA)

Director: Manuel Del Jesús Martínez
Clasificación Minciencias: A

Líneas de Investigación del Grupo.

Caracterización de materiales y aplicación al diseño
Diseño y Manufactura
Diseño y tolerancia al fallo
Energías alternativas
Ingeniería Automotriz, Aeronáutica y Naval
Ingeniería Biomédica
Manufactura aditiva
Mecánica Computacional
Modelado y simulación de sistemas térmicos y energéticos
Sistemas de Control y Diagnóstico automático
Tecnología del gas y de petróleo
Vibraciones mecánicas y rotodinámica

Redes a las que pertenece el grupo

Red de Nanotecnologías para Energía de la Región Iberoamericana - CYTED
Legato Team
Centro de Investigación científica y Tecnológica en Recursos Energéticos
Centro de Materiales y Nanociencias

Misión	El Grupo GIEMA de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, es un grupo interdisciplinario, que tiene como propósito contribuir y fomentar la investigación, innovación, tecnología y competitividad de los estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica, contribuyendo al avance tecnológico de la región y el país, participando en proyectos innovadores, utilizando nuevas y avanzadas metodologías de investigación, estableciendo relaciones académicas y del sector productivo, permitiendo manejar proyectos de desarrollo científico –tecnológico, creando y potenciando redes de investigación.
Visión	El grupo GIEMA será reconocido como un grupo de investigación de excelencia y referencia colombiano y latinoamericano, que habrá generado proyectos de investigación con gran impacto en la academia, y en el sector productivo del país, en áreas relacionadas con energías alternativas, ingeniería automotriz, aeronáutica y naval, ingeniería biomédica, mecánica computacional, mecánica computacional, modelado y simulación de sistemas térmicos y energéticos, sistemas de control y diagnostico automático, tecnología del gas y de petróleo y vibraciones mecánicas y roto dinámica.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Manuel de Jesús Martínez	Doctor of Philosophy	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Alberto David Pertuz Comas	Doctor en Ciencia de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Arlex Chaves Guerrero	Doctorado en Ingeniería Química	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Química

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
David Alfredo Fuentes Díaz	Doctor en Ingeniería Energética	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Diego Fernando Villegas Bermúdez	Doctor en Ingeniería Mecánica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Germán González Silva	Doctorado en Ingeniería Química	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Petróleos
Héller Guillermo Sánchez Acevedo	Doctor en Ingeniería Mecánica Aplicada y Computacional	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Jabíd Eduardo Quiroga Méndez	Doctor en Ingeniería Civil	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Javier Rúgeles Pérez	Ingeniero mecánico	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Jorge Luís Chacón Velasco	Doctor en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Julián Ernesto Jaramillo	Doctor en Ingeniería Térmica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Julián Gustavo Rodríguez Ferreira	Doctorado en física especialidad: Astrofísica	Tiempo completo – E3T
Leónidas Vásquez Chaparro	Maestría en Ingeniería Mecánica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Octavio Andrés González Estrada	Doctor en Ingeniería Mecánica y de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Oscar Bohórquez Becerra	Doctorado en ingenieria de materiales	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Omar Armando Gelves Arocha	Maestria en Informática	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Ricardo Alfonso Jaimes Rolón	Maestria En Ingenieria Mecanica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Ronald Alfonso Mercado Ojeda	Doctor en Ingenieria de Productos y Procesos	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Química
William Pinto Hernández	Doctor en Ingeniería Mecánica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica
Yesid Javier Rueda Ordoñez	Doctor en Ingeniería Mecánica	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería Mecánica

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2022	Modelo predictivo para el cálculo de la fracción volumétrica de un flujo bifásico agua- aceite en la horizontal utilizando una red neuronal artificial	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2022 vol:21 fasc: págs: 155 - 164, **DOI:**10.18273/revuin.v21n2-2022013	MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY, CARLOS MAURICIO RUIZ DIAZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2022	Performance Index for Dimensional Synthesis of Robots for Specific Tasks	Robotics ISSN: 2218-6581, 2022 vol:11 fasc: págs: - , **DOI:**10.3390/robotics11020051	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2022	Evaluation Through SEM Image Processing of the Volumetric Fiber Content in Continuos Fiber-Reinforced Additive Manufacturing Composites	Materials Research ISSN: 1516-1439, 2022 vol:24 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1590/1980-5373-MR-2022-0049	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2022	Evaluation Through SEM Image Processing of the Volumetric Fiber Content in Continuos Fiber-Reinforced Additive Manufacturing Composites	Materials Research ISSN: 1516-1439, 2022 vol:24 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1590/1980-5373-MR-2022-0049	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2022	aracterización de propiedades elásticas en una muestra de roca tipo arenisca mediante elementos finitos	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2022 vol:21 fasc: págs: 211 - 222, **DOI:**10.18273/revuin.v21n1-2022016	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Numerical design of the filtering process of a matrix solid-phase dispersion based extraction plant using computational fluid dynamics and the discrete element method	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2021 vol:2046 fasc: págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/2046/1/012004	JUAN DAVID ARGUELLO PLATA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, OMAR ARMANDO GELVEZ AROCHA
2021	Effect of Relative Density in In-Plane Mechanical Properties of Common 3D-Printed Polylactic Acid Lattice Structures	ACS Omega ISSN: 2470-1343, 2021 vol:6 fasc: págs: 29830 - 29838, **DOI:**10.1021/acsomega.1c04295	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
2021	Structural analysis of bone by segmentation and finite element analysis in patients with osteoporosis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2021 vol:2046 fasc: págs: 12 - 19, **DOI:**10.1088/1742-6596/2046/1/012019	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2021	Structural analysis of bone by segmentation and finite element analysis in patients with osteoporosis	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2021 vol:2046 fasc: págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/2046/1/012019	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2021	Numerical modeling of a domestic press for vegetable oil extraction using finite element analysis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2021 vol:2046 fasc: págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/2046/1/012005	LAURA FERNANDA LARA OJEDA, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Hydrodynamic cavitation of heavy crude oil in Vortex reactor using computational fluid dynamics	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2021 vol:2046 fasc: págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/2046/1/012010	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Ti6-Al4-V alloy low cycle fatigue study printed by electron beam melting and its extension to high cycles	Scientia Et Technica ISSN: 2344-7214, 2021 vol:26 fasc: págs: 290 - 297, **DOI:**10.22517/23447214.24537	ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Structural analysis of an unmanned aerial vehicle wing made of composite materials	Scientia Et Technica ISSN: 2344-7214, 2021 vol:26 fasc: 03 págs: 278 - 289, **DOI:**10.22517/23447214.24535	JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Efecto de la temperatura en la fracción de vapor del crudo pesado en el reactor Vortex de cavitación hidrodinámica mediante CFD	Ciencia En Desarrollo ISSN: 0121-7488, 2021 vol:12 fasc: págs: 57 - 65, **DOI:**10.19053/01217488.v12.n2.2021.13418	GERMAN GONZALEZ SILVA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Modelo predictivo para la identificación de la fracción volumétrica en flujo bifásico	Ciencia En Desarrollo ISSN: 0121-7488, 2021 vol:12 fasc: págs: 49 - 55, **DOI:**10.19053/01217488.v12.n2.2021.13417	CARLOS MAURICIO RUIZ DIAZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Analysis of liquid-liquid (water and oil) two-phase flow in vertical pipes, applying artificial intelligence techniques	Ciencia En Desarrollo ISSN: 0121-7488, 2021 vol:12 fasc: 1 págs: 49 - 55, **DOI:**10.19053/01217488.v12.n2.2021.13417	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Error estimation for the polygonal finite element method for smooth and singular linear elasticity	Computers And Mathematics With Applications ISSN: 0886-9561, 2021 vol:92 fasc: págs: 109 - 119, **DOI:**10.1016/j.camwa.2021.03.017	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, JUAN JOSE RODENAS, SUNDARARAJAN NATARAJAN, STEPHANE P. A. BORDAS
2021	Improvement Proposal of Bottom-Up Approach for the Energy Characterization of Buildings in the Tropical Climate	Buildings ISSN: 2075-5309, 2021 vol:11 fasc: N/A págs: 1 - 17, **DOI:**10.3390/buildings11040159	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2021	Rheological implications of the inclusion of ferrofluids and the presence of uniform magnetic field on heavy and extra-heavy crude oils	Fuel ISSN: 0016-2361, 2021 vol:285 fasc: 1 págs: 1 - 11, **DOI:**10.1016/j.fuel.2020.119184	ARLEX CHAVES GUERRERO
2021	Kinetic study of the thermal decomposition of Lippia origanoides bagasse	Bioresource Technology Reports ISSN: 2589-014X, 2021 vol:14 fasc: 1 págs: 1 - 10, **DOI:**10.1016/j.biteb.2021.100666	YESID JAVIER RUEDA ORDONEZ
2021	Comparative experimental study of different roof types in a tropical climate	Inge Cuc ISSN: 0122-6517, 2021 vol:17 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2021	Mechanical properties for long fibre reinforced fused deposition manufactured composites	Composites Part B: Engineering ISSN: 1359-8368, 2021 vol:211 fasc: N/A págs: 1 - 12, **DOI:**10.1016/j.compositesb.2021.108657	ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2021	Mechanical properties for long fibre reinforced fused deposition manufactured composites	COMPOSITES PART B-ENGINEERING ISSN: 1879-1069, 2021 vol:211 fasc: 108657 págs: 1 - 10, **DOI:**10.1016/j.compositesb.2021.108657	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, JORGE GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ
2020	Finite Element based Redesign and Optimization of Aircraft Structural Components using Composite Materials	IAENG International Journal of Applied Mathematics ISSN: 1992-9986, 2020 vol:1 fasc: N/A págs: 1 - 19, **DOI:**	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2020	Compressive strength of partially stiffened cylinders at elevated temperatures	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: N/A págs: 1 - 13, **DOI:**10.18273/revuin.v19n1-2020013	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, DAVID GUILLERMO ZAPATA MEDINA, CARLOS ALBERTO GRACIANO GALLEGO
2020	Structural health monitoring using the Firefly optimization algorithm and finite elements	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: N/A págs: 1 -	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
		12, **DOI:**10.18273/revuin.v19n4-2020021	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2020	Modelado CFD de la combustión en calderas de biomasa¿Revisión del estado del arte	Respuestas ISSN: 0122-820X, 2020 vol:25 fasc: N/A págs: 1 - 10, **DOI:**10.22463/0122820X.2462	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2020	Torrefaction of Coffee Husk Flour for the Development of Injection-Molded Green Composite Pieces of Polylactide with High Sustainability	Applied Sciences ISSN: 1454-5101, 2020 vol:2020 fasc: N/A págs: 1 - 17, **DOI:**10.3390/app10186468	YESID JAVIER RUEDA ORDONEZ
2020	Low cost support design for correction of hip dysplasia in medium and large dogs	Respuestas ISSN: 0122-820X, 2020 vol:25 fasc: págs: 215 - 225, **DOI:**10.22463/0122820X.2227	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2020	TÉCNICA DE INDENTACIÓN ESFÉRICA EN RÉGIMEN ELÁSTICO MEDIANTE EL MEF	Momento ISSN: 0121-4470, 2020 vol:61 fasc: N/A págs: 11 - 23, **DOI:**10.15446/mo.n61.84058	MANUEL DEL JESUS MARTINEZ
2020	Estudio de los fluidos aceite-agua a través del sensor basado en la permitividad eléctrica del patrón de fluido	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2020 vol:19 fasc: págs: 177 - 186, **DOI:**10.18273/revuin.v19n3-2020017	CARLOS MAURICIO RUIZ DIAZ
2020	Mechanical characterization of additive manufacturing composite parts	Respuestas ISSN: 0122-820X, 2020 vol:25 fasc: 2 págs: 109 - 116, **DOI:**10.22463/0122820X.2189	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, WILLIAM PINTO HERNANDEZ
2020	Daño en partes de manufactura aditiva reforzadas por fibras continuas	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: 2 págs: 161 - 176, **DOI:**10.18273/revuin.v19n2-2020018	JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, JORGE GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2020	Revistas de ingeniería y tecnología: evaluación y análisis de la incidencia del modelo de clasificación de Publindex	Respuestas ISSN: 0122-820X, 2020 vol:21 fasc: N/A págs: 1 - 19, **DOI:**10.22463/0122820X.2418	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2020	Chicamocha canyon wind energy potential and VAWT airfoil selection through CFD modeling	Revista Facultad de Ingenieria ISSN: 0120-6230, 2020 vol:94 fasc: N/A págs: 56 - 66, **DOI:**10.17533/10.17533	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2020	Daño en partes de manufactura aditiva reforzadas por fibras continuas	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: N/A págs: 1 - 15, **DOI:**10.18273/revuin.v19n2-2020018	JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2020	Evaluación de los parámetros modales de dos ejes, uno fabricado con materiales compuestos y otro en acero estructural, mediante la implementación de una técnica de Análisis Modal Operacional (OMA)	Respuestas ISSN: 0122-820X, 2020 vol:25 fasc: 2 págs: 1 - 14, **DOI:**10.22463/0122820X.2188	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2020	Review of the natural gas phases separation process at high pressure in the Oil&Gas industry	Entramado ISSN: 1900-3803, 2020 vol:15 fasc: 1 págs: 1 - 18, **DOI:**10.18041/1900-3803/entramado.1.5433.	ARLEX CHAVES GUERRERO

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2020	Investigación en ingeniería en Colombia	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2020 vol:19 fasc: N/A págs: 7 - 14, **DOI:**10.18273/revuin.v18n4-2020021	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2020	Monotonic load datasets for additively manufactured thermoplastic reinforced composites	Data in Brief ISSN: 2352-3409, 2020 vol:29 fasc: págs: 1 - 11, **DOI:**10.1016/j.dib.2020.105295	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2020	A mechanism synthesis and modeling for correction of hip dysplasia in medium and large dog breeds	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2020 vol:19 fasc: págs: 279 - 286, **DOI:**10.18273/revuin.v19n4-2020023	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	A Combined Numerical and Experimental Approach to Evaluate the Hardness of AA Aluminum 6063 T6 with A Ni-P Coating	Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2019 vol:827 fasc: págs: 209 - 215, **DOI:**10.4028/www.scientific.net/KEM.827.209	JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA
2019	Torsional natural frequencies by Holzer method	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1160 fasc: N/A págs: 012008 - 012008, **DOI:**10.1088/1742-6596/1160/1/012008/pdf	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA
2019	Tensile mechanical properties of composite materials with continuous fiber produced by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: N.A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012008	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Interlaminar tensile strength for composite materials made by additive manufacturing	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012002 - 012002, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012002	ANDREA CAROLINA PAREDES SAAVEDRA, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, YESID JAVIER RUEDA ORDONEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Interlaminar tensile strength of the composite of African palm oil bunches rachis fibers and epoxy matrix	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012006 - 012006, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012006	RAFAEL ALEXIS PINTO FLOREZ, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, LEONIDAS VASQUEZ CHAPARRO, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Assessment of the thermal decomposition kinetics of empty fruit bunch, kernel shell and their blend	Bioresource Technology ISSN: 1873-2976, 2019 vol:292 fasc: 1 págs: 1 - 10, **DOI:**10.1016/j.biortech.2019.121923	YESID JAVIER RUEDA ORDONEZ
2019	Methodology based on cross modal strain energy method to estimate the damage severity in a metallic structure	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: N.A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012105	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Effect of force angle on the strain distribution of osseointegrated dental implants	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1388 fasc: 1 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1388/1/012022	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	Methodology based on cross modal strain energy method to estimate the damage severity in a metallic structure	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012105	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Tensile mechanical properties of composite materials with continuous fiber produced by additive manufacturing	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012008 - N/A, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012008	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Adhesive joints for composite materials produced by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012005	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Mechanical characterization of the rachis fiber obtained from the African palm elaeis guineensis	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012051 - N/A, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012051	LUIS CARLOS ANGULO POVEDA, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, YESID JAVIER RUEDA ORDONEZ
2019	Adhesive joints for composite materials produced by additive manufacturing	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012005 - 012005, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012005	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Numerical and experimental study of flexural behaviour in polymer composite materials reinforced with natural fique textiles	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1247 fasc: N/A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012001	MIGUEL ANGEL DIAZ RODRIGUEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Mechanical response to tensile stress of a composite material reinforced with sugar cane fibers	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: 012031 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012031	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Failure detection in a pressure vessel using acoustic emissions technology	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2019 vol:18 fasc: N/A págs: 147 - 156, **DOI:**10.18273/revuin.v18n4-2019014	SERGIO ALEXANDER PENALOZA PENA, CARLOS ANDRES GALVIS GELVIS, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
2019	Optimization of parameters in material selection of tricone drill bit head design	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1159 fasc: N/A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012018	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
			ANDERSON STEVEN PENA SABOGAL
2019	Kinematic analysis and dimensional optimization of a 2R2T parallel manipulator	Journal Of The Brazilian Society Of Mechanical Sciences And Engineering ISSN: 1806-3691, 2019 vol:41 fasc: N/A págs: 1 - 9, **DOI:**10.1007/s40430-019-1934-1	MIGUEL ANGEL DIAZ RODRIGUEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Comparison of segmentation tools for structural analysis of bone tissues by finite elements	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: 012113 págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012113	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Análisis numérico del crecimiento de grieta por fatiga del CPVC: efecto de la temperatura y frecuencia de carga	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: N/A págs: 1 - 10, **DOI:**10.18273/revuin.v18n1-2019016	MANUEL DEL JESUS MARTINEZ
2019	Implementation of the Operational Modal Analysis technique in a power transmission shaft	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1247 fasc: págs: 1 - 10, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012032	FABIAN RODOLFO NOVA AGUDELO
2019	Implementation of the Operational Modal Analysis technique in a power transmission shaft	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: N.A págs: 1 - 10, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012032	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Correlation between cross sectional area and torsion degree of fique yarns by image analysis system	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1247 fasc: N.A págs: 1 - 9, **DOI:**10.1088/1742-6596/1247/1/012030	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Shape optimization of a control arm produced by additive manufacturing with fiber reinforcement	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012003	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Mechanical response to tensile stress of a composite material reinforced with sugar cane fibers.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012031	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Interlaminar tensile strength for composite materials made by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012002	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Tensile mechanical properties of composite materials with continuous fiber produced by additive manufacturing.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012008	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Mechanical characterization of the rachis fiber obtained from the African palm elaeis guineensis.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012051	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Interlaminar tensile strength of the composite of African palm oil bunches rachis fibers and epoxy matrix.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012006	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
			ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Optimization of the connecting rod of a two-stroke engine using finite element analysis	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012114	JORGE LUIS CHACON VELASCO, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Numerical modelling of guided waves dispersion curves in an aluminium flat plate by finite element analysis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012117	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Análisis de un interno tipo brida de un recipiente horizontal a presión utilizando elementos finitos	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 1 págs: 1 - 6, **DOI:**10.18273/revuin.v18n3-2019015	CARLOS ALBERTO GRACIANO GALLEGO, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Recuperación energética y análisis térmico del proceso de cocción en la industria cerámica	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2019 vol:18 fasc: N/A págs: 81 - 98, **DOI:**10.18273/revuin.v18n1-2019007	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2019	Estudio Comparativo de Ecuaciones de Estado para el Cálculo de Curvas de Rocío en Mezclas de Gas Natural a Alta Presión	Logos Ciencia & Tecnología ISSN: 2422-4200, 2019 vol:11 fasc: págs: 1 - 14, **DOI:**10.22335/rlct.v11i2.743	ARLEX CHAVES GUERRERO
2019	Micromechanical approach for the analysis of wave propagation in particulate composites	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 2 págs: 41 - 50, **DOI:**10.18273/revuin.v18n2-2019004	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, CRISTHIAN FERNANDO ROJAS CRISTANCHO, FLORENCE DINZART
2019	Manufacture of a myoelectric prosthesis for transradial amputation	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1160 fasc: N/A págs: 2 - 9, **DOI:**10.1088/1742-6596/1160/1/012023	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	Strategies for the teaching-learning experiences in the engineering dynamics course based on the information and communication technologies	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 2 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012011	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	Comparative study of the influence of dental implant design on the stress and strain distribution using the finite element method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: N/A págs: 12 - 16, DOI:10.1088/1742-6596/1159/1/012016	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Development of a virtual learning environment for the subject numerical methods under Moodle	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012010	MIGUEL ANGEL DIAZ RODRIGUEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Virtual tool for training and evaluation of problem-based engineering subjects	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 012004 - 012004, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012004	WILLIAM PINTO HERNANDEZ, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Analysis of labour markets needs for engineers with enhanced knowledge in renovable energy in	Energy Procedia ISSN: 1876-6102, 2019 vol:158 fasc: N/A págs: 1135 - 1140, **DOI:**	JORGE LUIS CHACON VELASCO

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
	some european and Latin American countries		
2019	Comparison of segmentation tools for structural analysis of bone tissues by finite elements	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: 1 págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012113	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	A model of didactic guidelines to train designing and implementation of biodigesters	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012025	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, KIM CHRISTIN TSCHIERSCH, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA
2019	All-glass vacuum tube heat transfer simplified model	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012095	OMAR ANDRES ARDILA SANCHEZ, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OSCAR JULIAN MARTINEZ GALLO
2019	Coil pump design as an object of meaningful learning	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 1 - 5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012027	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, KIM CHRISTIN TSCHIERSCH, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA
2019	Comparative Study of three non-destructive techniques for metal loss inspection in pipe walls	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:578 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1757-899X/578/1/012097	JOHN LEONARDO QUIROGA PINEDA, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, PEDRO PABLO DIAZ JAIMES
2019	Impact of cultural transformation campaigns around energy savings in hotels. Study in Bucaramanga and Valledupar, Colombia	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012018	SANDRA MILENA SERRANO MORA, YECID ALFONSO MUNOZ MALDONADO, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
2019	Structural dynamic analysis using wavelets	ournal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1160 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1160/1/012016	CARLOS ANDRES TORRES OVIEDO, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
2019	Torsional natural frequencies by Holzer method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1160 fasc: N/A págs: 1 - 5, **DOI:**10.1088/1742-6596/1160/1/012008	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, JOHAN ENRIQUE ARDILA BENAVIDES, VIRGILIO BONILLA CANIZARES, NINI DEL MAR CORTES MARTINEZ, EDWIN QUINTILIANO MARTINEZ BONILLA
2019	A Combined Numerical and Experimental Approach to Evaluate the Hardness of AA Aluminum 6063 T6 with A Ni-P Coating	Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2019 vol:827 fasc: págs: 209 - 215, **DOI:**10.4028/www.scientific.net/KEM.827.209	JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, MANUEL DE JESUS MARTINEZ
2019	Use of musa paradisiaca fibers for the preparation and chemical, physical and mechanical characterization of a	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 11, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012049	ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
	biodegradable composite material.		
2019	Manufacture and evaluation of the tensile properties of a biodegradable composite material reinforced with Colombian coconut fibers	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012048	ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Analysis of the adhesion of titanium and carbon-diamond coatings on 3D printed textured surfaces	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012007	A ZAPATA, ELY DANNIER VALBUENA NINO, MANUEL DE JESUS MARTINEZ, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Influence of the boundary condition on the first ply failure and stress distribution on a multilayer composite pipe by the finite element method.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: págs: 1 - 9, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012013	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, JUAN SEBASTIAN LEON BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Electroless Nickel Phosphorous: una visión global	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: N/A págs: 173 - 192, **DOI:**10.18273/revuin.v18n4-2019016	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Static and fatigue behaviour of continuous fibre reinforced thermoplastic composites manufactured by fused deposition modelling technique	International Journal of Fatigue ISSN: 0142-1123, 2019 vol:130 fasc: págs: 1 - 11, **DOI:**10.1016/j.ijfatigue.2019.105275	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS
2019	Comparative Study of Equations of State for the Dew Curves Calculation in High Pressure Natural Gas Mixtures. [Estudio Comparativo de Ecuaciones de Estado para el Cálculo de Curvas de Rocío en Mezclas de Gas Natural a Alta Presión]	Logos Ciencia & Tecnología ISSN: 2422-4200, 2019 vol:11 fasc: N/A págs: 1 - 24, **DOI:**10.22335/rlct.v11i2.743	NATALIA PRIETO JIMENEZ, ARLEX CHAVES GUERRERO
2019	Evaluation of damage to the lumbar spine vertebrae L5 by finite element analysis	Respuestas ISSN: 2422-5053, 2019 vol:24 fasc: 1 págs: 1 - 6, **DOI:**10.22463/0122820X.1794	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO, SERGIO ANDRES ARDILA PARRA
2019	Numerical Simulation of a Natural Gas Cylindrical Cyclone Separator Using Computational Fluid Dynamics	Industrial & Engineering Chemistry Research ISSN: 0888-5885, 2019 vol:58 fasc: 1 págs: 1 - 10, **DOI:**10.1021/acs.iecr.9b01217	ARLEX CHAVES GUERRERO
2019	Revisión del proceso de separación de fases del gas natural a alta presión en la industria Oil&Gas	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2019 vol:1 fasc: 1 págs: 1 - 11, **DOI:**10.18041/1900-3803/entramado.1.5433	ARLEX CHAVES GUERRERO
2019	Evaluation of damage to the lumbar spine vertebrae L5 by finite element analysis	Respuestas ISSN: 2422-5053, 2019 vol:24 fasc: N.A págs: 48 - 53, **DOI:**10.22463/0122820X.1804	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
2019	Optimization of parameters in material selection of tricone drill bit head design	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: N.A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012018	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	Mechanical response to tensile stress of a composite material reinforced with sugar cane fibers	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1386 fasc: N/A págs: 012031 - 012031, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012031	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS, HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO, OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
2019	Coil pump design as an object of meaningful learning	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 012027 - 012034, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012027	OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA, JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
2019	A model of didactic guidelines to train designing and implementation of biodigesters	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING ISSN: 1757-899X, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 012025 - 012032, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012025	JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ, OSCAR RODOLFO BOHORQUEZ BECERRA
2019	Numerical analysis of the thermal and fluid dynamic behaviour of the flue gases in a traditional furnace for panela production	Inge Cuc ISSN: 0122-6517, 2019 vol:15 fasc: N/A págs: 133 - 141, **DOI:**	JULIAN ERNESTO JARAMILLO IBARRA
2019	Manufacture of a myoelectric prosthesis for transradial amputation	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1160 fasc: págs: 1 - 9, **DOI:**10.1088/1742-6596/1160/1/012023	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	Tensile mechanical behavior of a polymeric composite reinforced with 4-axial carbon fiber woven	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012034	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	Development and characterization of a polymer based on the biomimicry of the intervertebral disc	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1386 fasc: págs: 1 - 8, **DOI:**10.1088/1742-6596/1386/1/012065	DIEGO FERNANDO VILLEGAS BERMUDEZ
2019	Strategies for the teaching-learning experiences in the engineering dynamics course based on the information and communication technologies	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N.A págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1161/1/012011	HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO

Patentes

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor(es)
2018	"Sistema de recirculación de dióxido de carbono supercrítico que usa un dispositivo integral de licuado y almacenamiento del fluido". Número de publicación Internacional WO2018069778A1.	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales, Anderson Julián Arias Velandia, Sergio Andrés Beltrán Moreno, Omar Armando Gelvez Arocha, Sergio Armando Rivero Gereda
2017	"Máquina de Fatiga Multiaxial". NC2016/0005750	Colombia	Alberto David Pertúz Comas

"Máquina de Fatiga Multiaxial". NC2016/0005750
Colombia
Alberto David Pertúz Comas

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Lineamientos técnicos para el establecimiento de un sistema de etiquetado energético de edificaciones en Colombia a partir de simulaciones energéticas	Colciencias/ Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 696,948,791.00	Julián Ernesto Jaramillo Ibarra
Cronograma 1. Generación de una metodología para evaluar el desempeño energético de edificaciones en Colombia. 2. Desarrollar una etiqueta de eficiencia energética de edificaciones en Colombia.			
Estrategias De Mitigación De La Ganancia Solar Térmica Por Techo Y Envolvente.	OTECO LTDA. UIS.	$33,000,000.00	Julián Ernesto Jaramillo Ibarra
Cronograma. 1. Modelar teóricamente los recintos juntamente con las variables ambientales mediante aproximaciones zero-dimensionales. 2. Simular los recintos mediante un software libre, para determinar las pérdidas y ganancias térmicas obtenidas con el uso de cada una de las técnicas. 3. Diseñar los experimentos y construir el montaje experimental de dos prototipos de habitaciones geométricamente similares con diversas estrategias de mitigación, por ejemplo, pantalla anti-radiación, jardín vertical y salientes en las ventanas (verticales y horizontales). Se medirán las temperaturas interiores y las condiciones climáticas externas de los recintos (velocidad del viento, radiación y temperatura) e internas (temperatura). 4. Comparar, validar y ajustar el modelo desarrollado para los recintos.			

Investigaciones en Ejecución

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Fomentar la vocación científica en jóvenes investigadores e innovadores.	Colciencias	$ 36.000.000	Alberto David Pertúz Comas
Cronograma Estimular a los jóvenes investigadores e innovadores para que participen de manera activa en grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de Innovación que trabajan en la solución a problemáticas relevantes para el país. Incentivar a los jóvenes investigadores e innovadores a continuar con su formación de investigador mediante la realización de estudios de maestría y doctorado.			
Polímeros reforzados para impresión 3D usando materiales compuestos sostenibles.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 377.882.527	Alberto David Pertúz Comas Manuel del Jesus Martinez
Cronograma. Evaluación de los materiales compuestos. Evaluación de los productos. Interacción con SIMA - Semillero de investigación de manufactura aplicada.			
Modelado personalizado de la respuesta del tejido óseo de	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 50,000,000.00	Investigador principal: Octavio Andrés González

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
pacientes a partir de imágenes 3d mediante elementos finitos			Estrada Autores del proyecto vinculados a la institución: Diego Fernando Villegas Bermúdez Héller Guillermo Sánchez Acevedo

Cronograma.

1. Realizar un estudio comparativo de software de segmentación de imagen médica (IM) diagnóstica.
2. Ajustar y validar la metodología numérica de análisis estructural a partir de imágenes 3D y elementos finitos.
3. Desarrollar, implementar y validar una metodología para simular la respuesta del hueso alrededor de un implante a partir de la IM 3D del paciente.
4. Desarrollar e implementar una metodología de modelado y análisis estructural de metástasis en vértebras a partir de IM 3D.
5. Determinar biomarcadores para evaluar el riesgo de colapso de vértebras, obtenidos del modelado y/o análisis estructural de vértebras.

Interfaz

Director: Clara Isabel López Gualdrón
Clasificación Minciencias: A

Líneas de Investigación del Grupo.

Bioforma, biomimetica y biónica
Ecodiseño y Materiales Sostenibles
Educación en Diseño
Gestión de Ciclo de Vida de Producto PLM
Interacción Hombre-Maquina (I-HM)
New Product Development through Research and Development

Misión	Fomentar y promover el valor de la investigación para la generación conocimiento, el diseño para la innovación y la creación de valor, por medio de la realización de estudios basados en la interacción entre los diferentes campos del conocimiento, los usuarios, el desarrollo de nuevos productos y procesos.
Visión	El grupo de investigación INTERFAZ se visualiza siendo un referente regional y nacional en el desarrollo de productos, servicios y experiencias en función de mejorar la calidad de vida de las personas y su interacción con su contexto o ambiente, implementando en sus desarrollos las líneas de investigación al servicio de la comunidad.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Clara Isabel López Gualdrón	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Héctor Julio Parra Moreno	Maestría en Diseño industrial	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
José Miguel Enrique Higuera Marín	Doctorado en Diseño	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
María Fernanda Maradei García	Doctorado en ingeniería linea ergonomía	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Vaslak Rojas	Maestría en Ingeniería de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Javier Mauricio Martínez Gómez	Doctorado en sistemas de producción y diseño industrial	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Asdrúbal Fajardo Vásquez	maestría en historia y teoría del arte y la arquitectura	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Eduardo Serafín Guevara Melo	Magíster en Informática	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Luis Eduardo Bautista Rojas	Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
2020	A Learning Model Proposal Focused on Challenge-Based Learning	Advances in Engineering Education ISSN: 1941-1766, 2020 vol:8 fasc: SUMMER págs: 1 - 23, **DOI:**	Martha Liliana Torres Barreto, Ginna Paola Castro Castano, Mileidy Alvarez Melgarejo
2020	Usability test with medical personnel of a hand-gesture control techniques for surgical environment	nternational Journal On Interactive Design And Manufacturing ISSN: 1955-2505, 2020 vol:14 fasc: 1 págs: 1031 - 1040, **DOI:**10.1007/s12008-020-00690-9	Luis Eduardo Bautista Rojas, Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira, Maria Fernanda Maradei Garcia
2020	A novel approach to learning virtual engineering in the medical devices process	Education And Information Technologies ISSN: 1573-7608, 2020 vol:25 fasc: págs: 1 - 10, **DOI:**10.1007/s10639-020-10236-x	Clara Isabel Lopez Gualdron, Luis Eduardo Bautista Rojas
2020	Low-cost mandibular reconstruction workflow	Oral and Maxillofacial Surgery Cases ISSN: 2214-5419, 2020 vol:6 fasc: 1 págs: 1 - 7, **DOI:**10.1016/j.omsc.2020.100146	Diana Carolina Navarro Leon, Clara Isabel Lopez Gualdron, Genny Liliana Melendez Florez
2020	Caracterización de defectos óseos craneofaciales con software de reconstrucción tridimensional y tecnología CAD/CAM	Ciencia E Innovaciòn En Salud ISSN: 2344-8636, 2020 vol:8 fasc: 1 págs: 1 - 11, **DOI:**10.17081/innosa.111	Clara Isabel Lopez Gualdron, Genny Liliana Melendez Florez, Diana Carolina Navarro Leon
2020	Innovación en Servicios de Salud usando herramientas de Pensamiento de Diseño	Kepes ISSN: 1794-7111, 2020 vol:18 fasc: 23 págs: 15 - 48, **DOI:**10.17151/kepes.2021.18.23.2	Clara Isabel Lopez Gualdron, Rosa Milena Gomez Caballero, Edna Rocio Bravo Ibarra
2019	Reconstrucción 3D para el desarrollo de prótesis de miembro inferior	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:19 fasc: 1 págs: 74 - 85, **DOI:**10.18273/revuin.v19n1-2020007	Luis Eduardo Bautista Rojas, Clara Natalia Patino Estepa, Jesus Alexis Machuca Gelvez
2019	Present and future for technologies to develop patient-specific medical devices: a systematic review approach	Medical Devices (Auckland ISSN: 1179-1470, 2019 vol:12 fasc: 1 págs: 253 - 273, **DOI:**10.2147/MDER.S215947	Clara Isabel Lopez Gualdron, Edna Rocio Bravo Ibarra, Andrea Patricia Murillo Bohorquez, Israel Garnica Bohorquez
2018	Product Lifecycle Management Strategy for the Definition and Design Process of Face Implants Oriented to Specific Patients	Proceedings ISSN: 2504-3900, 2018 vol:1 fasc: págs: 181 - 190, **DOI:**10.1007/978-3-030-01614-2_17	Cristian Camilo Ardila Mejia, Clara Isabel Lopez Gualdron, Javier Mauricio Martinez Gomez
2018	Dinámica de oviposición de Aedes (Stegomyia) aegypti (Diptera: Culicidae), estado gonadotrófico y coexistencia con otros culícidos en el área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia	Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud ISSN: 0121-0807, 2018 vol:50 fasc: 4 págs: 308 - 319, **DOI:**	Hector Julio Parra Moreno, Gustavo Adolfo Rincon Sandoval, Jonny Edward Duque Luna
2018	Improvement of a cutting flowers tool by using ergonomic design	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:18 fasc: 1 págs: 161 - 166, **DOI:**	Javier Mauricio Martinez Gomez, Maria Fernanda Maradei Garcia, Jenny Katherine Rodriguez Garcia
2018	Study of dynamic behavior of a composite laminated material	Composite Structures ISSN: 0263-8223, 2018 vol:206 fasc: págs: 448 -	German Adolfo Diaz Ramirez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
	manufactured of the bark of Lata's Palm "Bactris Guineensis"	455, **DOI:**10.1016/j.compstruct.2018.08.012	
2018	Product Lifecycle Management strategy for the definition and design process of face implants oriented to specific patients	IFIP Advances in Information and Communication Technology ISSN: 1868-4238, 2018 vol:7 fasc: págs: 181 - 190, **DOI:**10.1007/978-3-030-01614-2	Cristian Camilo Ardila Mejia, Clara Isabel Lopez Gualdron, Javier Mauricio Martinez Gomez
2018	Dispositivo ergonómico para el mantenimiento y reparación de herramientas instrumentales ILI	Archivos de prevenciòn de riesgos laborales ISSN: 1138-9672, 2018 vol:21 fasc: 4 págs: 189 - 195, **DOI:**	Maria Fernanda Maradei Garcia, Javier Mauricio Martinez Gomez, Diana Milena Buenahora Lopez
2018	Study for development of face patient-specific 3D printed medical device: Design based on 3D virtual biomodels/ CAD/ RP	Procedia Cirp ISSN: 2212-8271, 2018 vol:70 fasc: págs: 235 - 240, **DOI:**https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.335	Cristian Camilo Ardila Mejia, Genny Liliana Melendez Florez, Diana Carolina Navarro Leon, Clara Isabel Lopez Gualdron, Javier Mauricio Martinez Gomez
2018	Study for development of a patient-specific 3D printed craniofacial medical device: Design based on 3D virtual biomodels/ CAD/ RP 28th CIRP Design Conference, May 2018, Nantes, France device: Design based on 3D virtual biomodels/ CAD/ RP	Procedia Cirp ISSN: 2212-8271, 2018 vol:N/A fasc: págs: 235 - 240, **DOI:**10.1016/j.procir.2018.03.335	Javier Mauricio Martinez Gomez, Clara Isabel Lopez Gualdron

Patentes

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor(es)
2016	Sistema para el aseo dental para personas con discapacidad. Radicado: 13282522 Resolución 63580	Colombia	Israel Garnica Bohórquez Luis Alfonso Ortiz Pinto Raul Hernando Cadena Contreras Juan Carlos Moreno Muñoz

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Investigación para el Diseño de un implante ortopédico a la medida basado en técnicas imagenológicas y evaluación biomecánica de la interfase hueso implante por el método de elementos finitos, para la empresa Quirurgicos Especializados S.A.	Proyectto de investigación interno libre con aporte en efectivo	$43.494.000	Juan Carlos Moreno Julio Cesar Pinillos Clara Isabel López
Actividades Investigación y metodología para el diseño de implantes. Estudio y aprendizaje para la obtención de modelos virtuales 3D reconstruidos a partir de técnica de segmentación de imágenes. Definición del diseño de implantes a medida para reducción de fractura tipo B en cadera.			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Investigación para el Diseño de un implante ortopédico a la medida basado en técnicas imagenológicas y evaluación biomecánica de la interfase hueso implante por el método de elementos finitos, para la empresa Quirurgicos Especializados S.A.	Proyectto de investigación interno libre con aporte en efectivo	$35.000.000	Juan Carlos Moreno Julio Cesar Pinillos Clara Isabel López Andres González
Actividades Conformación de un banco de modelos virtuales 3D de cráneo basado en reconstrucción tomando casos de estudio para identificar tendencias sobre incidencia en trauma óseo (pacientes del HUS). Definición de proceso de diseño de implantes de cráneo por medio de estudio de caso. Evaluación por simulación estática de los diseños de implantes de cráneo.			
Modelo de integración de tecnologías para el desarrollo de implantes orientado a pacientes específicos.	Proyectto de investigación interno libre con aporte en efectivo	$120.3433.403	Clara Isabel López Javier Martinez Edna Bravo
Actividades Definición de proceso de diseño de implantes para cráneo por medio de evaluación cuantitativa de tecnologías de la medida de desempeño e interoperabilidad, comparando flujos de trabajo desarrollados con software de ingeniería inversa RE diesño asistido por computador CAD y prototipado rápido RP. Diseño de protoclos relacionando las actividades de reconstrucción y diseño de implantes.			
Modelo de innovación social orientado a victimas de minas antipersonal (MAP) con amputación de miembro inferior (MI), integrando la estrategia rehabilitación basada en comunidad (RBC) y el modelo de servicio fundamentado en tecnologías visrtuales para el desarrollo de sockets.	Convocatoria externa retos se país 745-2016	Colciencias $182.478.409 UIS $521.952.000 HUS $10.000.000	Clara Isabel López Javier Martinez Luis Eduardo Bautista Ruth Zárate Aminta Casas Solange Patiño José Luis Osma Jaime Meneses
Actividades Mapeo social para identificación de posibles beneficiarios, victimas de MAP. Definición de un modelo de integración de tecnologías para obtención de socket. Definición de método de obtención de miembro inferior (transtibial-transfemoral) por técnica de reconstrucción de nube de puntos. Propuesta de la técnica de emulación por medio de htas CAD para el diseño de socket. Optimización de piezas de socket por medio de htas de impresión 3D. Propuesta del proceso de servicio de desarrollo de sockets integrando estrategias PLM. Establecer el modelo de innovación social por medio de integración de desarrollo de la tecnología con estrategias basadas en la comunidad RBC.			
Sistema de orientación usando realidad aumentada para la perforación de túneles tibial y femoral en la reconstrucción de ligamento cruzado anterior.	Proyecto financiado por el fondo Francisco José de Caldas de Colciencias	Colciencias $229.196.098 Contrapartida UIS $145.746.000	Harold Paredes Clara Isabel López Javier Martinez Luis Eduardo Bautista
Actividades Evaluar la factibilidad técnica y científica de un sistema de realidad aumentada (RA) que apoye al cirujano en la orientación del instrumental para la perforación del túnel tibial y femoral durante el procedimiento de reconstrucción de ligamento cruzado anterior por artroscopia.			

Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales (GIMAT)

Director: Luis Javier López Giraldo
Clasificación Minciencias: A

Líneas de Investigación del Grupo.

Análisis de falla y caracterización de materiales
Biomateriales
Desarrollo Sostenible-Reciclado de Materiales
Efecto de la microestructura sobre la resistencia a la corrosión y la fragilización por hidrógeno en materiales metálicos en ambientes industriales
Electroquímica aplicada
Estudio de mecanismos de degradación de materiales metálicos de interés tecnológico
Fundición
Materiales adsorbentes y fotocatalíticos
Materiales carbonosos
Materiales para el Almacenamiento y Conversión de Energía
Procesos de soldadura
Recubrimientos por proyección térmica
Simulación de materiales

Misión	Contribuir al estudio de nuevos materiales acordes con las exigencias y necesidades actuales del país mediante la formación de profesionales e investigadores idóneos que generen y fortalezcan vínculos de cooperación entre universidades y empresas colombianas para el desarrollo, producción y aplicación de materiales, de tal modo que sea mantenido un equilibrio entre el hombre y su medio físico.
Visión	Liderar el mejoramiento y desarrollo de procesos de fabricación, caracterización y evaluación de materiales en el país y consolidarse como un grupo reconocido por sus investigaciones en el ámbito nacional e internacional.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Fernando Viejo Abrante	Doctor en Ciencia y Tecnología de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ing. Química
Ana Emilse Coy Echeverria	Doctora en Ciencia y Tecnología de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Viviana Raquel Güiza Argüello	Doctora en Ingeniería Química	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Ana María Pérez Ceballos	Doctora en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Elcy María Córdoba Tuta	Doctora en Ciencia y Tecnología de Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Andrés Giovanni González Hernández	Doctor en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Mauricio Rincón Ortiz	Doctor en Ciencia y Tecnología mención Materiales	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica
Oscar Andrés Vargas Ceballos	Doctor en Química Fina	Tiempo completo – Escuela de Ing. Metalúrgica

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
2021	Growth of cobalt hexacyanoferrate particles through electrodeposition and chemical etching of cobalt precursors on reticulated vitreous carbon foams for Na-ion electrochemical storage	Solid State Sciences ISSN: 1293-2558, 2021 vol:116 fasc: N/A págs: 1 - 13, **DOI:**10.1016/j.solidstatesciences.2021.106603	Elcy Maria Cordoba Tuta, Juvencio Vazquez Samperio, Oscar Eduardo Calixto Lozada, Prospero Acevedo Pena
2021	Caracterización dimensional con ultrasonido por arreglo de fases de discontinuidades inducidas en acero ASTM A36 mediante procesos de electroerosión y soldadura SMAW	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2021 vol:20 fasc: págs: 147 - 154, **DOI:**10.18273/revuin.v20n3-2021010	Carlos Andres Galan Pinilla
2021	Design of multilayer hybrid sol-gel coatings with bifunctional barrier-bioactive response on the Elektron 21 magnesium alloy for biomedical applications	Journal of Magnesium and Alloys ISSN: 2213-9567, 2021 vol:N/A fasc: N/A págs: - , **DOI:**10.1016/j.jma.2021.03.020	Ana Emilse Coy Echeverria, Carlos Andres Hernandez Barrios, Laura Marcela Rueda Reyes, Keith Sthefany Duran Arguello
2021	Incorporation of heteroatoms into reticulated vitreous carbon foams derived from sucrose to improve its energy storage performance	International Journal of Energy Research ISSN: 0363-907X, 2021 vol:45 fasc: 4 págs: 6383 - 6394, **DOI:**10.1002/er.6193	Elcy Maria Cordoba Tuta, Juvencio Vazquez Samperio, Prospero Acevedo Pena
2021	Design of multilayer hybrid sol-gel coatings with bifunctional barrier-bioactive response on the Elektron 21 magnesium alloy for biomedical applications	ournal of Magnesium and Alloys ISSN: 2213-9567, 2021 vol:1 fasc: págs: 1 - 1, **DOI:**10.1016/j.jma.2021.03.020	Laura Marcela Rueda Reyes
2021	Design of multilayer hybrid sol-gel coatings with bifunctional barrier-bioactive response on the Elektron 21 magnesium alloy for biomedical applications.	Journal of Magnesium and Alloys ISSN: 2213-9567, 2021 vol:N/A fasc: N/A págs: x - x, **DOI:**10.1016/j.jma.2021.03.020	Fernando Viejo Abrante, Ana Emilse Coy Echeverria, Carlos Andres Hernandez Barrios, Laura Marcela Rueda Reyes, Keith Sthefany Duran Arguello
2020	Sucrose-based reticulated vitreous carbon foams and their modification with nickel hexacyanoferrate for energy storage applications	Diamond and Related Materials ISSN: 0925-9635, 2020 vol:109 fasc: N/A págs: 1 - 8, **DOI:**10.1016/j.diamond.2020.108084	Elcy Maria Cordoba Tuta, Juvencio Vazquez Samperio, Prospero Acevedo Pena
2020	Reticulated Vitreous Carbon Foams from Sucrose: Promising Materials for Bone Tissue Engineering Applications	Macromolecular Research ISSN: 2092-7673, 2020 vol:28 fasc: 10 págs: 888 - 895, **DOI:**10.1007/s13233-020-8128-7	Natalia Teran Acuna, Elcy Maria Cordoba Tuta, Viviana Raquel Guiza Arguello
2020	Reticulated Vitreous Carbon Foams from Sucrose: Promising Materials for Bone Tissue Engineering Applications	Macromolecular Research ISSN: 1598-5032, 2020 vol:28 fasc: NA págs: 888 - 895, **DOI:**10.1007/s13233-020-8128-7	Viviana Raquel Guiza Arguello
2020	Effect of cerium on the physicochemical and anticorrosive features of TEOS-GPTMS sol-gel coatings deposited on the AZ31 magnesium alloy.	Surfaces and Interfaces ISSN: 2468-0230, 2020 vol:21 fasc: N/A págs: 100671 -	Carlos Andres Hernandez Barrios, Ana Emilse Coy Echeverria, Fernando Viejo Abrante

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
		100671, **DOI:**10.1016/j.surfin.2020.100671	
2020	Effect of cerium on the physicochemical and anticorrosive features of TEOS-GPTMS sol-gel coatings deposited on the AZ31 magnesium alloy.	Surfaces and Interfaces ISSN: 2468-0230, 2020 vol:21 fasc: N/A págs: 100671 - 100671, **DOI:**10.1016/j.surfin.2020.100671	Fernando Viejo Abrante, Ana Emilse Coy Echeverria, Carlos Andres Hernandez Barrios
2020	Efectos de los active flux sobre soldaduras GMAW aplicadas a un acero AISI/SAE 1020	Soldagem & Inspeção ISSN: 1980-6973, 2020 vol:25 fasc: págs: 1 - 12, **DOI:**10.1590/0104-9224/SI25.02	Mauricio Rincon Ortiz
2019	pelletisation by tumbling as an alternative method of agglomerating nanometric particles for use as feedstock in bimodal structured flame-sprayed ceramic coatings.	Ceramics International ISSN: 0272-8842, 2019 vol:45 fasc: págs: 20936 - 20944, **DOI:**10.1016/j.ceramint.2019.07.083	Mauricio Rincon Ortiz, Fabio Vargas Galvis, Jhoman Alberto Arias Gomez, Freddy Vargas Galvis
2019	Uso de técnicas electroquímicas para determinar la resistencia a la corrosión localizada de un acero inoxidable súper dúplex UNS S-32760	Materia-Rio de Janeiro ISSN: 1517-7076, 2019 vol:24 fasc: 1 págs: 1 - 11, **DOI:**	Mauricio Rincon Ortiz
2019	Approach for fabricating bioglass coatings on reticulated vitreous carbon foams for tissue engineering applications	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: págs: 012007 - 012007, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012007	Viviana Raquel Guiza Arguello, Elcy Maria Cordoba Tuta
2018	Relationship between microstructure and formation-biodegradation mechanism of fluoride conversion coatings synthesised on the AZ31 magnesium alloy.	Surface and coatings technology ISSN: 1879-3347, 2019 vol:374 fasc: N/A págs: 424 - 436, **DOI:**10.1016/j.surfcoat.2019.06.010	Fernando Viejo Abrante, Ana Emilse Coy Echeverria, Carlos Andres Hernandez Barrios, Keith Sthefany Duran Arguello
2018	Evaluation of the capacity of copper(II) adsorption on surface functional groups of natural materials using carbon paste electrodes	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012020	MAURICIO RINCON ORTIZ, ANGEL MANUEL MELENDEZ REYES, MARIA ALEJANDRA FLOREZ SUAREZ
2018	An alternative method to calculate the harmonic components from Electrochemical Frequency Modulation data using polynomial fitting	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: N/A págs: 1 - 6, **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012002	Mauricio Rincon Ortiz, Alfredo Gualdron Gamarra, Rodolfo Villamizar Mejia
2018	Corrosion protection of carbon steel by alumina-titania ceramic coatingsused for industrial applications	Ceramics International ISSN: 0272-8842, 2018 vol:8 fasc: págs: 273 - 273, **DOI:**10.1016/j.ceramint.2018.08.273	Andres Giovanni Gonzalez Hernandez
2018	Corrosion protection of carbon steel by alumina-titania ceramic coatings used for industrial applications	Ceramics International ISSN: 0272-8842, 2018 vol:44 fasc: 17 págs: 21765 - 21773, **DOI:**10.1016/j.ceramint.2018.08.273	Angie Vanessa Pinzon Mora
2018	Microstructural evaluation of YSZ/NiCrAlCo-Y2O3 coatings after isothermal oxidation at 1050° C	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: págs: 012017 -	Andres Giovanni Gonzalez Hernandez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
		012017, **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012017	
2018	Study of the crystal structure and mechanical properties of ZrTi2 under pressure	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: págs: 012010 - 012010, **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012010	Andres Giovanni Gonzalez Hernandez
2018	Influence of process parameters on the electrophoretic deposition of zirconia nanoparticle coatings	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: p.012015 págs: 1119 - , **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012015	Sergio Ismael Blanco Vasquez, Viviana Raquel Guiza Arguello
2018	Corrosion Protection of Carbon Steel by alumina-titania ceramic coatings used for industrial applications	Ceramics International ISSN: 0272-8842, 2018 vol:44 fasc: N/A págs: 21765 - 21773, **DOI:**https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.08.273	Mauricio Rincon Ortiz
2018	Desarrollo de revestimientos de sílice para el proceso de microfundición de joyería con pre-engaste de esmeraldas	Boletin de la Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio ISSN: 0366-3175, 2018 vol:57 fasc: págs: 79 - 89, **DOI:**10.1016/j.bsecv.2017.07.001	Elcy Maria Cordoba Tuta
2018	Electroreduction as a viable strategy to obtain TiO2 nanotube films with preferred anatase crystal orientation and its impact on photoelectrochemical performance	Journal of Solid State Electrochemistry ISSN: 1432-8488, 2018 vol:22 fasc: págs: 1881 - 1891, **DOI:**10.1007/s10008-018-3890-6	Elcy Maria Cordoba Tuta
2018	Morphological evaluation of graphite substrates coated with alumina nanoparticles deposited by electrophoresis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: p.012023 ¿págs: - , **DOI:**10.1088/1742-6596/1119/1/012023	Sergio Ismael Blanco Vasquez, Viviana Raquel Guiza Arguello
2018	Influence of collagen-based integrin α1 and α2 mediated signaling on human mesenchymal stem cell osteogenesis in three dimensional contexts	Journal of Biomedical Materials Research - Part A ISSN: 1552-4965, 2018 vol:N/A fasc: págs: - , **DOI:**10.1002/jbm.a.36451	Viviana Raquel Guiza Arguello

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Desarrollo de un proceso de relativo bajo costo para la fabricación de andamios C/SiC con morfología y propiedades mecánicas comparables con las del hueso trabecular, para aplicaciones de regeneración de tejido óseo.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$30.000.000	Viviana Güiza Argüello Elcy María Córdoba Tuta
Actividades • Evaluación del efecto de la viscosidad de la resina de impregnación en las propiedades químicas, morfológicas y mecánicas de los andamios resultantes.			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
· Evaluación del efecto de la concentración de SiO2 en la resina de impregnación en las propiedades químicas, morfológicas y mecánicas de los andamios resultantes. • Evaluación del efecto del tratamiento térmico en las propiedades mecánicas y morfológicas de los andamios C/SiC. • Evaluación del efecto del tipo de esponja de sacrificio en las propiedades mecánicas de los andamios C/SiC resultantes. • Evaluación de la respuesta de adhesión y diferenciación osteogénica de células madre humanas mesenquimales sobre superficies C/SiC.			
Desarrollo de un método para la deposición de recubrimientos nanoestructurados de alúmina y zirconia que permitan reforzar las propiedades mecánicas de andamios de carbón vítreo para la regeneración de tejido óseo.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$50.000.000	Viviana Güiza Argüello
Actividades • Síntesis de los andamios compuestos. • Preparación y estabilización de los sistemas cerámicos coloidales. • Deposición electroforética de los recubrimientos cerámicos. • Estudio de las propiedades fisicoquímicas y electroquímicas de los productos obtenidos.			
Evaluación y caracterización de un sistema polímero - cerámico para la fabricación de soportes para el tratamiento de defectos óseos pequeños.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$150.000.000	Viviana Güiza Argüello Elcy María Córdoba Tuta
Actividades • Síntesis y caracterización de hidroxiapatita y biovidrio. • Desarrollo de una técnica de fabricación de los composites propuestos. • Estudio comparativo de propiedade*s mecánicas y de degradación. • Estudios de citotoxicidad y desempeño.			
Desarrollo de andamios a partir de idroxiapatita bovina modificada con Si y Zn alginato de sodio para aplicaciones de regeneración ósea.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$50.000.000	Fernando Viejo Abrante Ana Emilse Coy Echeverría
Actividades • Obtención de hidroxiapatita a partir de fuentes óseas bovinas. • Caracterización de materias primas y de la hidroxiapatita bovina. • Modificación química de la hidroxiapatita mediante adición de Si y Zn. • Caracterización química y estructural de los materiales sintetizados. • Formación de andamios alginato-hidroxiapatita modificada. • Evaluación de los andamios obtenidos en fluidos celulares y acelulares.			

Grupo de investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales - CPS

Director: Said David Pertuz Arroyo
Clasificación Minciencias: A

Líneas de Investigación del Grupo.

Biomedical image & signal processing
Digital design
Machine learning
Seismic data processing & High performance computing
Radiocommunications & IoT

Visión	El Grupo de Investigación CPS será reconocido a nivel institucional e internacional por la consolidación de sus aportes en la industria y la investigación en el desarrollo de tecnologías y técnicas de procesamiento de imágenes, procesamiento de señales y aprendizaje de máquina, y su aplicación en el procesamiento de datos sísmicos, las radiocomunicaciones e internet de las cosas y señales e imágenes biomédicas.

Redes a las que pertenece el grupo

IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers (miembros del grupo)

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Said David Pertuz Arroyo	Doctorado en Ingeniería Informática	Tiempo completo – Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Ana Ramírez Silva	PhD. in Electrical Engineering	Tiempo completo – Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Óscar Mauricio Reyes Torres	Doctorado en Ingeniería Electrónica	Tiempo completo – Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Carlos Augusto Fajardo Ariza	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Producción académica

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2018	"Reducing the I/O Bottleneck by a Compression Strategy".	En: China. Engineering Letters. ISSN: 1816-093X. ed: International Association of Engineers. v. 26, fasc.2 p. 203 – 209, 201	Carlos Augusto Fajardo Ariza, Oscar Mauricio Reyes Torres, Javier Castillo

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2016	Toward the prediction of porous membrane permeability from morphological data	Estados Unidos, Polymer Engineering And Science ISSN: 0032-3888, 2016 vol:56 fasc: 1 págs: 118 - 124, DOI:10.1002/pen.24198	Said David Pertuz Arroyo
2015	Fully Automated Quantitative Estimation of Volumetric Breast Density from Digital Breast Tomosynthesis Images: Preliminary Results and Comparison with Digital Mammography and MR Imaging	Estados Unidos, Radiology ISSN: 1527-1315, 2015 vol:NA fasc: págs: NA - NA, DOI:10.1148/radiol.20151 50277	Said David Pertuz Arroyo
2015	Seismic Full Waveform Inversion from Compressive Measurements	Estados Unidos, Proceedings of Spie, The International Society for Optical Engineering ISSN: 0277-786X, 2015 vol:9484 fasc: N/A págs: 1 - 6, DOI:10.1117/12.2178949	Ana Ramírez Silva
2015	Focus-aided scene segmentation	Estados Unidos, Computer Vision And Image Understanding ISSN: 1077- 3142, 2015 vol:133 fasc: N/A págs: 66 - 75, DOI:10.1016/j.cviu.2014.0 9.009	Said David Pertuz Arroyo
2015	Spectral Image Unmixing from Optimal Coded-Aperture Compressive Measurements	Estados Unidos, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing ISSN: 0196-2892, 2015 vol:53 fasc: 1 págs: 405 - 415, DOI:10.1109/TGRS.2014.2 322820	Ana Ramírez Silva

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2018	"Comparative analysis of 3D RTM implementation strategies for an efficient use of memory in a single GPU".	En: Colombia. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro. ISSN: 0122-5383. ed: Ecopetrol. v. 8, fasc.2 p. 75 – 82, 2018.	Ana Ramirez Silva, William Alexander Salamanca Becerra, Flor Alba Vivas Mejia
2016	SVD POLARIZATION FILTER TAKING INTO ACCOUNT THE PLANARITY OF GROUND ROLL ENERGY	Colombia, Ct Y F - Ciencia, Tecnologia Y Futuro ISSN: 0122-5383, 2016 vol:6 fasc: N/A págs: 5 - 24	Jheyston Omar Serrano Luna, Ivan Javier Sanchez Galvis, Carlos Andres Nino Nino, Daniel Alfonso Sierra Bueno, William Mauricio Agudelo Zambrano
2015	A practical implementation of acoustic full waveform inversion on graphical processing units	Colombia, Ct Y F - Ciencia, Tecnologia Y Futuro ISSN: 0122-5383, 2015 vol:6 fasc: N/A págs: 5 - 19	David Leonardo Abreo Carrillo, Sergio Alberto Abreo Carrillo, Ana Ramirez Silva, Oscar Mauricio Reyes Torres

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2015	Implementation of Partial Reconfiguration Projects using OpenPR on the Xilinx development board ML507	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2015 vol:14 fasc: 1 págs: 33 - 43	William Alexander Salamanca Becerra, Dorfell Leonardo Parra Prad
2015	Seismic Data Compression Using 2D Lifting-Wavelet Algorithms	Colombia, Ingeniería Y Ciencia ISSN: 1794-9165, 2015 vol:11 fasc: 21 págs: 221 - 238, DOI:10.17230/ingciencia.11.21.11	Carlos Augusto Fajardo Ariza, Ana Ramírez Silva, Oscar Mauricio Reyes Torres

Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del conocimiento - INNOTEC

Directora: Luis Eduardo Becerra Ardila
Clasificación Minciencias: A

Líneas de Investigación del Grupo.

Gestión de la Tecnología
Gestión de la Innovación
Gestión del conocimiento

Redes a las que pertenece el grupo

Red SUMA – Red de Gestión conocimiento en las áreas administrativas en las Universidades de América Latina y Europa.
Red CYTED-IBERINCU - Red Iberoamericana para la cooperación y fortalecimiento de incubadoras de empresas de base tecnológica.
Red MIA – Mesa del Sistema de Innovación Agroindustrial de Santander.
Red LABP – Red Latinoamericana de Buenas Prácticas de Vinculación Universidad-Empresa.
Red AGROINNCUBA – Red Iberoamericana de Incubación de Empresas Innovadores en el Sector Agroalimentario
Red PILA – Red de Propiedad Intelectual e Industrial en Latinoamérica

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Clara Isabel López Gualdrón	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Diseño Industrial
Hugo Ernesto Martínez Ardila	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Jorge Andrey Cáceres Malagón	Máster en Derecho de Daños	Tiempo completo – Escuela de Derecho y Ciencias Políticas
Luis Eduardo Becerra Ardila	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Ruth Zárate Rueda	Doctorado en Educación	Tiempo completo – Escuela de Trabajo social
Edna Rocío Bravo Ibarra	Doctorado en Administración de Empresas	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Jaime Alberto Camacho Pico	Doctorado En Ingeniería Industrial	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Luis Carlos Gómez Flórez	Maestría en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Piedad Arenas Diaz	Doctorado en gestion de la innovacion tecnologica	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Producción académica

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2020	"Evaluando contribuciones de usabilidad en soluciones TIC-IOT para la agricultura: Una perspectiva desde la bibliometría.	Portugal, RISTI Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de informacao, 2020 vol:E28, págs: 681-692	Efren Romero Riaño, Dayahna Caro, Maria Alexandra Espinosa, Cesar Darío Guerrrero
2020	Propuesta metodológica para recopilación y análisis de información de artículos científicos. Un enfoque desde la bibliometría y la revisión sistemática de la literatura.	Portugal, RISTI Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de informacao, 2020 vol:E28, págs:110-122	Efren Romero Riaño, Leidy Yohana Florez, Maria Alexandra Espinosa, Cesar Darío Guerrrero
2020	Industry relations in regional innovation systems: a case study of oil and gas in Santander - Colombia	Reino Unido, Revista International journal of business innovation and research, ISSN: 1751-0260, 2020 vol:21 fasc:3 págs:370-394	Piedad Arenas Díaz, Cinthya Carolina Arias Manjarrez, Jaime Alberto Camacho Pico
2019	Optimization of Neural Network Training with ELM Based on the Iterative Hybridization of Differential Evolution with Local Search and Restarts	Alemania, Revista Lecture Notes In Computer Science, ISSN: 1611-3349, 2019 vol:11331 fasc:N/A págs.:38-50	Luis Carlos Gomez Florez
2019	Present and future for technologies to develop patient-specific medical devices: a systematic review approach	Nueva Zelanda, Revista Medical Devices: Evidence and Research, ISSN: 1179-1470, 2019 vol:12 págs:253-273.	Edna Rocio Bravo Ibarra, Clara Isabel López gualdrón, Andrea Patricia Murillo, Israel Garnica Bohorquez.
2019	Distancia tecnológica entre bases de conocimiento de las organizaciones socias y valor de la innovación conjunta en alianzas interorganizativas. Estudio basado en patentes tecnológicas.	España, Revista Profesional de la Información, ISSN: 1699-2407, 2019, fasc:N/1 págs:1-21, vol:28 no.6.	Hugo Ernesto Martínez, Francy Lorena Castro, Mónica Chaparro.
2019	Detonating factors of collaborative innovation from the human capital managemenet	Reino Unido, Journal of Enterprising Communities, ISSN:	Maria Fernanda Díaz, Hugo Ernesto Martínez, Hermenegildo Gil, Raul Oltra Badenes.
2019	Análisis de la estructura intelectual y la evolución de la investigación en la interacción	Brasil, RISTI Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de informacao, ISSN: 16469895,	Efren Romero Riaño, Gabriel Mauricio Martínez, Dewar

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
	humano -computador: un análisis bibliométrico.	2019, vol: 17, fasc: N/A, págs: 363 – 378.	Rico Bautista, Claudia Jazmin Galeano, Cesar D. Guerrero, Jorge A. Parra Valencia.
2019	Análisis comparativo de predicción dentro de bases de datos de cáncer: una aplicación de aprendizaje automático.	Brasil, RISTI Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de informacao, ISSN: 16469895, 2019, vol: 17, fasc: N/A , págs: 113 - 122	Efren Romero Riaño, Gabriel Mauricio Martínez, Dewar Rico Bautista.
2018	Networks of collaborative alliances: the second order interfirm technological distance and innovation performance.	Estados Unidos, Journal of Technology Transfer, ISSN: 15737047, 2018, vol: N/A, fasc:, págs: 1 – 28.	Hugo Ernesto Martínez, Julian Eduardo Mora, Jaime Alberto Camacho Pico.
2018	Uso de tecnologías de información y comunicación en la movilidad urbana en ciudades inteligentes, a partir de una revisión sistemática.	Venezuela, Espacios, ISSN: 07981015, vol: 39, fasc: 28, pág: 28	Ruth Zárate Rueda, Diana Fernanda Chacón Díaz, Catalina Ortega Zambrano.
2017	Estado de la producción científica de la Responsabilidad Social en Colombia	Venezuela, Espacios, ISSN: 0798 1015, vol: 38, fasc: 53, pág: 20	Ruth Zárate Rueda, Luis Eduardo Becerra Ardila, Fernanda Lucía Fuentes.
2017	Marco de referencia de enseñanzaaprendizaje para la formación de investigadores en desarrollo de dispositivos médicos.	México, Innovación educativa, ISSN: 16652673, 2017, vol: 17 fasc: 74, págs: 81 - 108.	Clara Isabel López Luis Eduardo Bautista Edna Rocío Bravo
2016	Gestión de Seguridad de la Información: Revisión Bibliográfica	España, Revista Internacional de Información y comunicación. ISSN: 1699-2407, Vol 25, Núm 6, págs: 931-948.	Leidy Johanna Cárdenas, Hugo Martínez Ardila Luis Eduardo Bautista.
2016	Vigilancia tecnológica, estrategia científica responsable al servicio de la sociedad del conocimiento.	España, Revista internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad. ISSN: 2174-8985, 2016, Vol 5, Núm 1. págs.: 103-120.	Ruth Zárate Rueda, José David Domínguez, Fernanda Lucía Fuentes Suarez.
2016	Industry Interactions In Innovation Systems: A Bibliometric Study	Brasil, Latin American Business Review ISSN: 1097-8526, 2016 vol:17 fasc: N/A págs: 30 - 55	Cinthya Carolina Arias Manjarrez, Jaime Alberto Camacho Pico, Piedad Arenas Diaz,
2015	Frameworks to identify best practices at the organization level: an analysis.	Lituania, Journal Of Business Economics And Management ISSN: 2029-4433, 2015 vol. 16 fasc.4 p.1 – 15.	Gerardo Luis Angulo Cuentas, Mireya Astrid Jaime Arias, Jaime Alberto Camacho Pico.

Artículos en revistas no indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2018	Building innovation capabilities from research addressed in an academic environment for the development of medical devices.	México, Anais do Congresso Internacional do conhecimento e inovacao, ISSN: 2318-5376, 2018, vol:1, fasc: 1.	Clara Isabel López, Edna Rocío Bravo, Javier Mauricio Martínez, Lina Vera Cala
2017	Educación Superior Inclusiva: Un reto para las prácticas pedagógicas.	Colombia, Revista Electrónica Educare, ISSN: 14094258, 2017, vol:21, fasc: 3, págs: 1 - 24.	Ruth Zárate Rueda, Leonardo Ortiz Guzmán.
2017	Biomechanical analysis of a cranial Patient Specific Implant on the interface with the bone using the Finite Element Method.	Brasil, Ifmbe Proceedings, vol:60, págs: 405 – 408.	Clara Isabel López Gualdrón, J.M Díaz, Octavio Andrés González Estrada.
2016	Lessons learned of science Parks development in Colombia.	Estados Unidos, Journal of Business diversity, págs: 175-188.	Luis Eduardo Becerra Ardila, Efrén Romero Riaño, Gerardo Luis Angulo Cuentas.
2016	Bibliometrics of Social Responsibility from Stakeholders	Change Management: An International Journal, Vol:16, págs: 1-17	Ruth Zárate Rueda, Silvia QuirozRamírez, Juan Sebastián Bautista.
2015	Gestión de la Investigación Universitaria: un escenario académico para la apropiación social del conocimiento.	España, Revista Internacional De Tecnología, Conocimiento Y Sociedad, ISSN: 2530-4895, vol: 4, fasc: 2, págs: 215 - 226.	Luis Eduardo Becerra, Ruth Zárate Rueda, Diana Alexandra Rodríguez Quiñónez.
2015	Influencia de la industria del petróleo del departamento de Santander en su Sistema Regional de Innovación (SRI): un análisis en Colombia.	Brasil, Revista Brasileira De Planejamento E Desenvolvimento, ISSN: 23172363, vol: 4, fasc: 1, págs: 85-106.	Cinthya Carolina Arias Manjarrez, Piedad Arenas Díaz, Jaime Alberto Camacho Pico
2015	Approach Study to a Model of Integration Technologies for Ideation of Customized Implants.	Colombia, Journal Of Advance Management Science, ISSN: 21680787, 2015, vol: 3, fasc: N/A, págs: 323 - 328.	Clara Isabel López Gualdron, Edna Roció Bravo Ibarra, Juan Carlos Moreno, Luis Eduardo Bautista.
2015	Una revisión de la literatura acerca de la cultura organizativa como determinante de los procesos de innovación.	Colombia, Revista Internacional De Economía Y Gestión De Las Organizaciones, ISSN: 22541608, 2015, vol:4, fasc: N/A.	Carlos Javier Jiménez Vargas, Paula Constanza Martínez Eslava, Lizeth Fernanda Serrano Cárdenas, Edna Rocío Bravo Ibarra.

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Análisis de los factores que inciden en los procesos de emprendimiento de base tecnológica y en el fortalecimiento de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica relacionadas o asociadas a Universidades, Parques Científicos y Tecnológicos.	CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo	€ 537.708	Luis Eduardo Becerra Ardila Piedad Arenas Díaz Ángela María Castro Rodríguez

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Actividades Estudiar y sistematizar experiencias. Analizar los procesos de Investigación de las IEBT. Caracterizar la situación actual de las incubadoras socias estudiadas. Realizar un estudio de identificación de buenas prácticas. Evaluación de las necesidades y diagnóstico de aspectos por mejorar en cada institución estudiada. Diseñar planes de acción de mejora. Diseñar estrategia formación de formadores.			
Marco de trabajo para la transferencia de Tecnología Universidad-Empresa-Estado: un estudio en el departamento de Santander	Gobernación de Santander	Semillero: $5.630.400 Investigador: $22.482.000	Silvia Lizeth Quiroz Ramírez
Actividades Planeación de la revisión Identificación de mecanismos y factores sobre transferencia tecnológica en la literatura científica. Descripción de la situación actual en transferencia de tecnología en el contexto colombiano. Identificación de restricciones legales sobre transferencia de tecnología en Colombia. Recopilación de conceptos, modelos y buenas prácticas de referencia sobre transferencia de tecnología. Construcción del marco de trabajo. Elaboración del estudio a nivel departamental en Santander sobre transferencia de tecnología. Documentación de la investigación.			
Modelo de innovación social orientado a Víctimas de Minas Antipersonal (MAP) con amputación de miembro inferior, integrando la estrategia de Rehabilitación Basada en Comunidad (RBC) y el modelo de servicio fundamentado en tecnologías virtuales para el desarrollo de sockets.	COLCIENCIAS	$182'478.409	Clara Isabel López Gualdrón, Ruth Zárate Rueda, Javier Mauricio Martínez, Jose Luis Osma Rueda.
Actividades Estudio de vigilancia tecnológica. (duración de 5 meses). Construir el mapeo social del área de influencia del proyecto como insumo para la estrategia RBC (duración de 3 meses). Proponer un modelo de integración de tecnologías de Ingeniería Inversa (RE), Diseño Asistido por Computador (CAD) y Prototipado Rápido (RP) (duración de 5 meses). Realizar un estudio del comportamiento biomecánico de los sockets obtenidos mediante el modelo de integración de tecnologías (duración de 4 meses). Articular la estrategia RBC con el modelo de servicio fundamentado en tecnologías virtuales para el desarrollo de sockets. (duración de 6 meses). Aplicar el modelo de innovación social por medio del desarrollo del estudio piloto. (duración de 7 meses). Valorar los resultados derivados de la implementación del modelo de innovación social. (duración de 4 meses).			

Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BIVL2ab)

Director: Fabio Martínez Carrillo
Clasificación Minciencias: B

Líneas de Investigación del Grupo.

Adquisición de imágenes y problemas inversos
Análisis de movimiento
Representación de imágenes y aprendizaje automático

Misión	BIVL2ab se dedica principalmente a solucionar problemas relacionados con la información visual, que abarca desde la adquisición y el análisis de imágenes médicas hasta la compresión de complejos patrones espacio-temporales en el contexto general de visión por computador. Estos problemas son típicamente muy variados y desafiantes, siendo fundamental la propuesta de estrategias de aprendizaje para diferenciar comportamientos significativos de los datos observados, y modelar el conocimiento experto previo en representaciones robustas. De esta manera contribuimos a la formación de profesionales en Ingeniería de Sistemas, Matemáticas y áreas afines, así como a la consolidación de los futuros investigadores de la región, a través del apoyo que el grupo da a los programas de Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática, Maestría en Matemática Aplicada y el Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad Industrial de Santander.
Visión	El grupo de investigación BIVL2ab, en 2030, liderará líneas de investigación relacionadas con la adquisición y análisis de imágenes biomédicas, la visión por computador y el aprendizaje de máquina. El grupo alcanzará la máxima categoría de clasificación de grupos otorgada por Colciencias, así como un reconocimiento de pares nacionales e internacionales, con el fin de continuar colaboraciones de investigación. Soportará la creación de start-ups que transfieran la experiencia científica hacia la sociedad y que sean lideradas por nuestros egresados.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Lola Xiomara Bautista Rozo	Doctora en Ciencias	Tiempo Completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Fabio Martínez Carrillo	Doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación	Tiempo Completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
David Edmundo Romo Bucheli	Doctorado en Ingeniería Eléctrica	Tiempo Completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Fernando Antonio Rojas Morales	Magíster en Ciencias Computacionales	Tiempo Completo – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Gustavo Garzón Villamizar	Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática	Profesor Cátedra – Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Producción académica

Artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
2022	A deep representation to fully characterize hyperplastic, adenoma, and serrated polyps on narrow band imaging sequences	Health and Technology ISSN: 2190-7188, 2022 vol:12 fasc: N/A págs: 1 - 13, **DOI:**10.1007/s12553-021-00633-8	Franklin Samuel Sierra Jerez, Fabio Martinez Carrillo
2021	A digital cardiac disease biomarker from a generative progressive cardiac cine-MRI representation	Biomedical Engineering Letters ISSN: 2093-9868, 2021 vol:11 fasc: N/A págs: 1 - 10, **DOI:**10.1007/s13534-021-00212-w	Santiago Gomez Hernandez, David Edmundo Romo Bucheli, Fabio Martinez Carrillo
2021	Visualising and quantifying relevant parkinsonian gait patterns using 3D convolutional network	Journal of Biomedical Informatics ISSN: 1532-0480, 2021 vol:123 fasc: N/A págs: 103935 - 103935, **DOI:**10.1016/j.jbi.2021.103935	Luis Carlos Guayacan Chaparro, Fabio Martinez Carrillo
2021	Ensemble-based approach for semisupervised learning in remote sensing	Journal of Applied Remote Sensing ISSN: 1931-3195, 2021 vol:15 fasc: 3 págs: 1 - 16, **DOI:**10.1117/1.JRS.15.034509	Miguel Alberto Plazas Wadynski, Raul Ramos Pollan, Fabio Martinez Carrillo
2021	Mimetic finite difference methods for restoration of fundus images for automatic detection of glaucoma suspects	Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering ISSN: 1025-5842, 2021 vol:N/A fasc: págs: 1 - 10, **DOI:**10.1080/21681163.2021.1914733	Jorge Villamizar Morales
2021	A multimodal Parkinson quantification by fusing eye and gait motion patterns, using covariance descriptors, from non-invasive computer vision	Computer Methods And Programs In Biomedicine ISSN: 1872-7565, 2021 vol:215 fasc: págs: 106607 - 106607, **DOI:**10.1016/j.cmpb.2021.106607	John Edinson Archila Valderrama, Antoine Manzanera, Fabio Martinez Carrillo
2021	Local Trajectory Occurrence Patterns for Partial Action and Gesture Recognition	nternational Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology ISSN: 2088-5334, 2021 vol:11 fasc: N/A págs: 20 - 30, **DOI:**10.18517/ijaseit.11.1.9286	Gustavo Garzon Villamizar, Fabio Martinez Carrillo
2021	Segmentación multinivel de patrones de Gleason usando representaciones convolucionales en imágenes histopatológicas	ecnológicas ISSN: 2256-5337, 2021 vol:24 fasc: N/A págs: 2132 - 2132, **DOI:**10.22430/22565337.2132	Andres Felipe Gomez Ortiz, Fabian Andres Leon Perez, Miguel Alberto Plazas Wadynski, Fabio Martinez Carrillo
2021	Mimetic finite difference methods for restoration of fundus images for automatic detection of glaucoma suspects	Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging and Visualization ISSN: 2168-1163, 2021 vol:9 fasc: 3 págs: 1 -	Jorge Villamizar Morales, Lola Xiomara Bautista Rozo, Juan Sebastian Carrillo Rodriguez, Giovanni Ernesto Calderon Silva, Julio Cesar Carrillo Escobar

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
		9, **DOI:**10.1080/21681163.2021.1914733	
2021	compact and recursive Riemannian motion descriptor for untrimmed activity recognition	Journal of Real-Time Image Processing ISSN: 1861-8200, 2021 vol:18 fasc: N/A págs: 1 - 14, **DOI:**10.1007/s11554-020-01057-9	Fabio Martinez Carrillo, Antoine Manzanera, Gustavo Garzon Villamizar
2020	How important is motion in sign language translation?	IET Computer Vision ISSN: 1751-9640, 2020 vol:15 fasc: 3 págs: 224 - 234, **DOI:**10.1049/cvi2.12037	Jefferson David Rodriguez Chivata, Fabio Martinez Carrillo
2020	A convolutional oculomotor representation to model parkinsonian fixational patterns from magnified videos	Pattern Analysis and Applications ISSN: 1433-7541, 2020 vol:24 fasc: 2 págs: 445 - 457, **DOI:**10.1007/s10044-020-00922-4	Isail Salazar, Said David Pertuz Arroyo, William Omar Contreras Lopez, Fabio Martinez Carrillo
2020	Multi-modal RGB-D Image Segmentation from Appearance and Geometric Depth Maps	Tecnológicas ISSN: 2256-5337, 2020 vol:23 fasc: 48 págs: 143 - 161, **DOI:**10.22430/22565337.1538	Isail Salazar, Said David Pertuz Arroyo, Fabio Martinez Carrillo
2019	Online action recognition from trajectory occurrence binary patterns (ToBPs)	Advances in Intelligent Systems and Computing ISSN: 2194-5357, 2019 vol:1066 fasc: págs: 409 - 418, **DOI:**10.1007/978-3-030-32022-5_38	Gustavo Garzon Villamizar, Fabio Martinez Carrillo
2019	Estimación de errores y adaptatividad en Diferencias Miméticas para un problema de tipo parabólico	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: N/A págs: 141 - 150, **DOI:**	Jorge Villamizar Morales
2019	3D+ t dense motion trajectories as kinematics primitives to recognize gestures on depth video sequences	Revista Politecnica ISSN: 1900-2351, 2019 vol:15 fasc: 29 págs: 82 - 94, **DOI:**10.33571/rpolitec.v15n29a7	Lola Xiomara Bautista Rozo, Fabio Martinez Carrillo
2019	Estimación de errores y adaptatividad en esquemas miméticos par un problema de tipo parabólico.	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 3 págs: 141 - 149, **DOI:**	Giovanni Ernesto Calderon Silva, Jorge Villamizar Morales
2019	Adaptivity in mimetic difference schemes: one-dimensional transient problems.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: págs: 1 - 9, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012019	Giovanni Ernesto Calderon Silva, Jorge Villamizar Morales
2019	Real effectiveness of iterative methods for solving nonlinear equations.	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: págs: 1 - 7, **DOI:**10.1088/1742-6596/1159/1/012015	Giovanni Ernesto Calderon Silva, Jorge Villamizar Morales, Julio Cesar Carrillo Escobar
2019	Automatic classification of severe and mild wear in worn surface images using	Wear ISSN: 0043-1648, 2019 vol:426 fasc: B págs: 1702 -	Fabio Martinez Carrillo

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(Es)
	histograms of oriented gradients as descriptor	1711, **DOI:**10.1016/j.wear.2018.11.028	
2018	A Kinematic Gesture Representation Based on Shape Difference VLAD for Sign Language Recognition	Lecture Notes in Computer Science ISSN: 0302-9743, 2018 vol:11114 fasc: N/A págs: 438 - 449, **DOI:**https://doi.org/10.1007/978-3-030-00692-1_38	Jefferson David Rodriguez Chivata, Fabio Martinez Carrillo
2018	Frame-Level Covariance Descriptor for Action Recognition	Communications in Computer and Information Science ISSN: 1865-0929, 2018 vol:885 fasc: N/A págs: 276 - 290, **DOI:**https://doi.org/10.1007/978-3-319-98998-3_22	Fabio Martinez Carrillo, Gustavo Garzon Villamizar, Wilson Moreno
2018	Towards On-Line Sign Language Recognition Using Cumulative SD-VLAD Descriptors	Communications in Computer and Information Science ISSN: 1865-0929, 2018 vol:885 fasc: N/A págs: 371 - 385, **DOI:**https://doi.org/10.1007/978-3-319-98998-3_29	Jefferson David Rodriguez Chivata, Fabio Martinez Carrillo
2018	Evaluation of bioinspired algorithms for the solution of the job scheduling problem	I+D Revista De Investigaciones ISSN: 2256-1676, 2018 vol:11 fasc: 1 págs: 142 - 155, **DOI:**10.33304/revinv.v11n1-2018011	Lola Xiomara Bautista Rozo, Wilfredo Ariel Gomez Bueno, Nelson Eduardo Diaz Diaz, Edson Alejandro Florez Suarez, Dario Jose Delgado Quintero

Patentes

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor(es)
2018	"Oligonucleótidos y proceso para detectar el virus de influenza A H1N1", PCT/IB2017/052456.	México	Carlos Jaime Barrios Hernandez, Lola Xiomara Bautista Roso, Daniel Matínez Fong, Refugio Rodriguez Vazquez, Francisco José Martínez Pérez, Juan Antonio González Barrios, Maria Del Rocio Thompson Bonilla
2018	Mezclas de nucleótidos para la amplificación y secuenciación de polímeros de ácidos nucleicos", Número NC2017/0004500. N° de solicitud internacional PCT/IB2018/053091	Colombia	Carlos Jaime Barrios Hernández, Lola Xiomara Bautista Roso, Juan Antonio González Barrios, Daniel Martínez Fong, Francisco José Martínez Pérez, Enrique Mejía Ospino, Néstor Martin Munive Argüelles, Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira, Silvia Daniela Ramírez Ardila, Wellman Antonio Ribón Gómez, Refugio Rodríguez Vázquez, Lina María Vera Cala

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
DeepSARS: Sistema de aprendizaje profundo automático para la identificación temprana y seguimiento de	Colciencias	$1.184.992.475	Fabio Martínez Carrillo, Lola Xiomara Bautista, Gabriel Rodrigo Pedraza,

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
pacientes con riesgo de síndrome de distrés respiratorio agudo.			David Edmundo Romo Bucheli, Jorge Villamizar Morales
Actividades • Implementar una estrategia para la recolección, almacenamiento e indexación de placas de CT y Rx de pacientes con riesgo de SDRA, pertenecientes a pacientes diagnosticados con COVID-19 u otras patologías con similares evoluciones clínica. •Desarrollar estrategias convolucionales de aprendizaje profundo bajo esquemas supervisados, semisupervisados y multimodales que permitan la apropiada separación, identificación y caracterización de estadios de progresión de afecciones respiratorias relacionadas con el COVID-19 y patologías similares. • Cuantificar la relevancia clínica de cada una de las estrategias convolucionales, utilizando diferentes secuencias torácicas, así como también, incluyendo otras variables como saturación de oxígeno, frecuencia respiratoria. • Prototipar un sistema web, de tipo TLR-6, para el despliegue y uso de los modelos de aprendizaje profundo como herramienta de soporte en las tareas clínicas de diagnóstico, identificación y seguimiento. •Validar las estrategias computacionales propuestas con respecto a las anotaciones realizadas por expertos radiólogos, relacionado con las tareas de clasificación, predicción y soporte al diagnóstico.			
Prototipo de un centro para el análisis de las variables biométricas de deportistas de alto rendimiento con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas.	Colciencias - Universidad Industrial de Santander	$ 149’998.960	Henry Arguello Fuentes
Actividades •Diseño de un prototipo de centro de análisis de variables biométricas para el desarrollo de capacidades en competencia de deportistas de alto rendimiento con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas. •Determinar los equipos necesarios para el diseño de un prototipo de centro de análisis de variables biométricas en el nororiente colombiano para deportistas con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas. •Diseñar el proceso de medición de variables biométricas y las adaptaciones requeridas de los equipos elegidos. •Determinar una metodología para el desarrollo de cualidades físicas técnicas y tácticas de los deportistas de alto rendimiento con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas. • Identificar aplicaciones de las diversas áreas del procesamiento digital de señales para el estudio de cualidades físicas técnicas y tácticas de los deportistas de alto rendimiento con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas, que serán adaptadas para un centro de análisis de variables biométricas del nororiente colombiano. •Comprar los equipos seleccionados para la implantación de un centro para el análisis de las variables biométricas en el nororiente colombiano para deportistas con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas.			
Diseño e implementación de una arquitectura de medición en cristalografía de rayos X usando odificación de patrones de difracción	Colciencias - Universidad Industrial de Santander	$ 142’880.000	Juan Carlos Poveda, Henry Arguello Fuentes
Actividades •Determinar el modelo matemático del proceso de medición de patrones de difracción codificados en cristalografía de rayos X en función de los códigos de apertura. •Determinar, mediante la simulación numérica de la técnica, las características apropiadas de los códigos de apertura de manera que las imágenes reconstruidas alcancen la mayor calidad posible utilizando el mínimo número de mediciones. • Construir los códigos de apertura adecuados para el sistema de medidas en cristalografía de rayos X			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
• Caracterizar los códigos de apertura diseñados mediante pruebas en un difractómetro de rayos X.			
Detección y clasificación en imágenes espectrales obtenidas a través de un sistema de adquisición compresivo con un detector de un solo pixel	Universidad Industrial de Santander	$ 30'000.000	Jaime Albarracín
Actividades •Determinar la estructura óptica del sistema de adquisición compresivo de imágenes espectrales basado en aperturas codificadas con un detector de un solo píxel y modelar matemáticamente los procesos de muestreo, detección y clasificación de imágenes espectrales capturadas utilizando el sistema propuesto. • Simular computacionalmente los algoritmos de detección y clasificación en imágenes espectrales a partir de medidas obtenidas a través del sistema de adquisición compresivo, basado en aperturas codificadas con un detector de un solo píxel. • Diseñar la estructura de las aperturas codificadas empleadas en el sistema de adquisición compresivo de imágenes espectrales, de manera que las mediciones obtenidas aseguren la detección y clasificación con mayor precisión y se utilice el mínimo número de proyecciones. • Verificar los resultados obtenidos con los algoritmos de detección y clasificación espectral diseñados comparándolos con clases espectrales determinadas por métodos tradicionales.			
Sistema de tiempo real de verificación de identidad usando la imagen facial	Universidad Industrial de Santander	$ 24,777,000	Henry Arguello Fuentes
Actividades •Diseño, implementación y comprobación de un sistema de verificación de identidad en tiempo real a través de la imagen del rostro de un individuo. •Determinar las características de implementación de una aplicación de procesado de imágenes en tiempo real en el sistema de procesamiento de vídeo TMDSDMK642 de la empresa Texas Instruments. • Seleccionar las técnicas de verificación de identidad más apropiadas para ser implementadas en el sistema de procesamiento en tiempo real. • Implementar los algoritmos de las técnicas seleccionadas en el sistema de procesamiento en tiempo real para realizar la verificación de un individuo a través de la imagen de su rostro. •Diseñar, construir y verificar el funcionamiento de un sistema de verificación de identidad basado en la imagen del rostro utilizando los algoritmos implementados. • Verificar el desempeño del sistema desarrollado en un ambiente real y en condiciones controladas.			
Implementación de un modelo computacional paralelizado para el análisis de imágenes microscópicas de células sanguíneas, utilizando un paradigma de memoria compartida en procesamiento por GPGPU.	Jóvenes Investigadores Colciencias	$ 20.401.200	Lola Xiomara Bautista
Actividades •Desarrollo de un modelo computacional paralelizado para el análisis de imágenes microscópicas de células sanguíneas desde un paradigma de memoria compartida utilizando GPGPU. •Diseñar un modelo computacional en paralelo partiendo de un algoritmo de detección de glóbulos rojos, blancos y plaquetas en imágenes microscópicas de muestras sanguíneas. • Implementar un prototipo del modelo computacional diseñado que permita el análisis de imágenes microscópicas, utilizando arquitectura GPGPU. • Realizar estudio comparativo entre el modelo secuencial del algoritmo y el modelo en paralelo, para establecer que ventajas ofrece la paralelización en relación a la reducción de tiempo y la complejidad computacional.			

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Estudio de una técnica para la creación de imágenes panorámicas de muestras celulares	Jóvenes Investigadores Colciencias	$ 20.401.200	Lola Xiomara Bautista
Actividades • Análisis bibliográfico de técnicas de procesamiento de imágenes, que permitan solucionar problemas de iluminación y enfoque en la adquisición de imágenes microscópicas. • Seleccionar las técnicas de procesamiento digital de imágenes más eficientes en tiempo de cómputo a la hora de adquirir las imágenes de los campos de observación FOV adecuados para la construcción de la imagen panorámica de muestras de frotis celular. • Implementar un prototipo software para la adquisición de las imágenes de los FOV y la construcción de la imagen panorámica de frotis de muestras celulares. • Realizar pruebas de validación para medir la calidad de la construcción de las imágenes panorámicas.			

Grupo en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos – OPALO

Director: Néstor Raúl Ortíz Pimiento
Clasificación Minciencias: B

Líneas de Investigación del Grupo.

Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de Producción y Logística
Analítica de Datos

Redes a las que pertenece el grupo

ASOCIO: Asociación Colombiana de Investigación Operativa
UNIRED- MESA DE LOGÍSTICA
ALIO- Asociación Latino- Iberoamericana de Investigación Operativa
IFORS- The International Federation of Operational Research Societies

Misión	Generar nuevo conocimiento y soluciones efectivas en el área de la Ingeniería Industrial, centrando la investigación y consultoría en el desarrollo de modelos de optimización, simulación, big data analytics y manufactura inteligente, para resolver problemas de sistemas productivos, administrativos y logísticos, que contribuyan al desarrollo de las empresas colombianas.
Visión	Para el año 2025, el Grupo de Investigación OPALO será un referente en su área a nivel latinoamericano, reconocido por apoyar la productividad y el desarrollo en la región santandereana, a través de la creación de nuevo conocimiento soportado en análisis de datos y modelos de optimización y predicción enmarcados dentro del enfoque de la industria 4.0. Con la premisa de mantener la producción científica de alta calidad y promover la cultura investigativa de la comunidad universitaria a la que pertenecemos, comprometidos con la generación de impacto social, económico y académico que nos permita superar nuestra actual categoría, según la escala de reconocimiento y medición establecida por MinCiencias.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Carlos Eduardo Díaz Bohorquez	Maestría en Ingeniería Industrial	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Eliana Marcela Peña Tibaduiza	Maestría en Ingeniería Industrial	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Javier Eduardo Arias Osorio	Maestría en Administración	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Néstor Raúl Ortiz Pimiento	Doctorado en Ingeniería	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Edwin Alberto Garavito Hernández	Maestría en Ingeniería Industrial	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Henry Lamos Díaz	Ph.D en Física-Matemática	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Juan Felipe Reyes Rodríguez	Doctorado en Administración	Tiempo completo – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Producción académica

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Methodological proposal for the identification of tourist routes in a particular region through clustering techniques	Reino Unido, Heliyon, ISSN: 2405-8440, Volume 7, Issue 4, April 2021, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06655	Juan B.Duarte-Duarte Leonardo H.Talero-Sarmiento Diana C.Rodríguez-Padilla
2019	A meta-heuristic based on the Imperialist Competitive Algorithm (ICA) for solving Hybrid Flow Shop (HFS) scheduling problema with unrelated parallel machines	Journal of Industrial and ProductionEngineering vol. 36 Fasc.6 Pág 362-370 https://doi.org/10.1080/21681015.2019.1647299	Edwin A. Garavito, Eliana Peña Tibaduiza, Luis E Perez Figueredo, Eslendis Moratto Chimenty
2019	Efectos de la responsabilidad social empresarial sobre la identificación organizacional de los empleados: autenticidad o falacia	Contaduría y Administración. ISSN: 0186-1042. Vol 64. Fasc. 4. Pág 1-24. http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1631	Leonardo Hernán Talero Sarmiento,Julio Cesar Camacho Pinto y Orlando Enrique Contreras Pacheco.
2019	Identificación de estrategias académicas aplicando minería de texto: El caso de la asignatura Finanzas y Presupuestos.	Espacios. Print: ISSN: 0798-1015. Vol 40 Fasc 21. Pág. 1-9.	Duarte Duarte Juan B, Talero Sarmiento Leonardo H, Arias Tabares Juan C.
2018	The project scheduling problem with nondeterministic activities duration: A literature review	Journal Of Industrial Engineering And Management, http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/2492 http://dx.doi.org/10.3926/jiem.2492.	Nestor Raul Ortiz Pimiento
2018	An ABC algorithm for solving the post-disaster resources distribution problem, a case study	España, Boletín de Estadística E Investigación Operativa. ISSN: 1889-3805 Vol.34, No. 2, p. 117-137. Julio 2018. http://www.seio.es/descargas/BEIOVol34Num2.pdf	Henry Lamos, Karin Aguilar, Daniel Martinez, Andrés Barrera and Angie Hernández.
2017	Transfer batch size impact on a job shop environment performance	International Journal Of Manufacturing Research. Print ISSN: 1750-0591 Online Print: 1750-0605. 2017 Vol 12. Issue 3 pag.318-337 DOI:https://doi.org/10.1504/IJMR.2017.086173	Myriam Leonor Niño López, Henry Lamos Díaz, Paula Julieth Jaimes Sanmiguel, Julieth Vanessa Rivera González

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2021	Una nueva metaheurística híbrida para resolver el problema 2eLIRP"	Colombia. Revista UIS Ingenierías. ISSN impreso: 1657 -4583. ISSN en línea: 2145 -8456. Volumen 20. n: 2. Pág: 151-162. DOI: https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021013.	Javier Arias Osorio y Julio Camacho Pinto
2020	A solution to the university course timetabling problem using a hybrid method based on genetic algorithms.	Colombia. Revista: DYNA. ISSN: 2346-2183. Volumen 87. n: 215. pág: 47-56. DOI: https://doi.org/10.15446/dyna.v87n215.85933	Javier Arias Osorio y Andrés Mora Esquivel
2020	Comparison Between Machine Learning Models for Yield Forecast in Cocoa Crops in Santander, Colombia.	Colombia. Revista Facultad de Ingeniería. ISSN: 0121-1129. Vol 29. DOI: https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.10853	Henry Lamos Díaz, David Esteban Puentes, Diego Alejandro Zárate.
2020	Sostenibilidad, stakeholders y crisis de empresa: un análisis estructurado de percepciones	Colombia. Revista Suma de Negocios. ISSN:2215-910X. Ed: Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Vol 11. Fasc 24. Págs 64-72.	Orlando Enrique Contreras Pacheco, Leonardo Hernán Talero Sarmiento, Laura Yeraldin Escobar Rodríguez.
2020	An optimization model to solve the resource constrained project scheduling problem RCPSP in new product development projects	Colombia. DYNA: Revista de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. ISSN: 0012-7553. Vol 87. Fasc 212. Págs: 179-188.	Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Francisco Javier Díaz Sema.
2020	A model for collection of Waste Electrical and Electronical Equipment in Metropolitan Area of Bucaramanga	Colombia. Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia. ISSN: 0120-6230. ISSNe: 2442-2844. Vol 96. Págs: 110-117.	Ruben Ríos, Javier Arias Osorio, Ingrid Dayanna Tamayo Morantes.
2020	Ruteo de buses escolares con consideraciones ambientales mediante Búsqueda tabú Granular	Colombia. Revista Scientia et technica. ISSN: 0122-170. ISSNe: 2344-7214 Vol 24. Fasc 4. Págs: 652 – 659.	Paola Andrea Lázaro Gónzalez, Juan Pablo Orejuela Cabrera, Javier Eduardo Arias Osorio
2020	Seguimiento a graduados del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander mediante análisis multivariado y la red profesional LinkedIn	Colombia. Revista Educación en Ingeniería. ISSN 1900-8260. 2020. Vol 15. Fascíc 1. Págs: 73-82.	Lamos Díaz Henry, Granados Rafael Magda Lorena, Ramirez Sierra Yuly Andrea.
2019	Ruteo de buses escolares con consideraciones ambientales mediante Búsqueda Tabú Granular	Pereira, Colombia. Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira. Print ISSN: 0122-1701. Online Print: 2344-7214. Vol 24. Fasc. 04 Pág. 652-659	P.A. Lázaro Gonzáles, J.E. Arias-Osorio, J.P Orejuela-Cabrera
2019	Aplicación de la teoría neutrosofica para el tratamiento de la incertidumbre en la Gestión del Riesgo en la Cadena de Suministro	Colombia, Cartagena. Revista Aglala de la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas	Rafael Rojas Gualdrón, Florentin Smarandache y Carlos Díaz Bohórquez
2019	Identificación de actores en un desastre a través de Twitter: Caso de estudio SUNABUNG 2018	Colombia, Cajicá. Ciencia e Ingeniería Neogranadina Print ISSN:0124-8170 Online print: 1909-7735 Vol. 30 Fasc 1 Pág. DOI:https://doi.org/10.18359/rcin.3938	Daniel Orlando Martínez Quezada, Robinson Ortiz Sierra, Juan Guillermo Martínez Cano, Henry Lamos Díaz

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	Revisión de literatura sobre los modelos de optimización en programación de turnos de enfermería.	Colombia, Bucaramanga. Revista UIS ingenierías. Print ISSN: 1657-4583. Online print: 2145 - 8456. Vol 18 Fasc 2. Pág. 245-258. DOI https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019023.	Javier Arias Osorio, Diana Karina Bautista, Christian Camilo Meneses-Pico.
2019	Relative Average Deviation as Measure of Robustness in the Stochastic Project Scheduling Problem.	Colombia, Tunja. Revista Facultad de Ingeniería Print ISSN 0121-1129 Online print 2357-5328. Vol 28 Fasc 52. Pág. 77-97. DOI https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n52.2019.9756.	Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Francisco Javier Diaz Serna.
2019	The dual face of corporate social responsibility in social businesses: a closer look at the Colombian reality.	Colombia, Cali. Estudios Gerenciales. Print ISSN: 0123-5923. 2019. Vol 35 Fasc 151. Pág. 109-121. DOI: https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.151.3123.	Orlando E. Contreras Pacheco, Leonardo H. Talero Sarmiento, Julio C. Camacho Pinto.
2019	Evaluación de la hipótesis de eficiencia débil y análisis de causalidad en las centrales de abastos de Colombia.	Colombia, Pereira. Apuntes del Cenes. Print ISSN: 0120-3053. 2019. Vol 38. Fasc 67. Pág. 35-62. DOI	Leonardo Hernan Talero Sarmiento, Henry Lamos Díaz y Edwin Alberto Garavito Hernández.
2018	A memetic algorithm for locationrouting problem with time windows for the attention of seismic disasters: a case study from Bucaramanga, Colombia.	Colombia,INGE CUC, vol. 14, no. 1, pp. 75-86,2018. DOI:http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.7	Henry Lamos Díaz, Karin Aguilar Imitola, Melissa Andrea Barreto Robles, Paula Nathalia Niño Niño, Daniel Orlando Martinez Quezada
2018	Modelo de Ecuaciones Estructurales para el estudio de la percepción de los estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial con el Proyecto Educativo del Programa- PEP	Colombia, Revista Educación en Ingeniería, [S.l.], v. 13, n. 26, p. 90-100, july 2018. ISSN 1900-8260. DOI:http://dx.doi.org/10.26507/rei.v13n26.895	Jennifer Natalia Buitrago-Rodríguez, Laura María Tovar-Sánchez, Henry Lamos-Díaz.
2017	A memetic algorithm for minimizing the makespan in the Job Shop Scheduling problem	Colombia. Revista Facultad de Ingeniería. ISSN: 0121-1129,2017 vol:26 fasc:44 págs:111-121 DOI:https://doi.org/10.19053/01211129.v26.n44.2017.5776	Henry Lamos-Díaz, Karin Aguilar-Imitola, Yuleiny Tatiana Pérez-Díaz, Silvia Galván-Núñez
2017	Un Algoritmo GRASP híbrido para el 2Ecvrp	DYNA, 84(202), pp. 16-25, September, 2017.	Javier Arias-Osorio & Andrés Fernando Niño-Sáenz
2017	Revisión de la literatura sobre el problema de programación de "Flow Shop" híbrido con máquinas paralelas no relacionadas.	Revista Ingeniería de la Universidad Distrital. Ingeniería (0121-750X). 2017, Vol.22 Issue 1, p9-22.14p. DOI: 10.14483/udistrital.jour.reving.2017.1.a01	Eliana Marcela Peña Tibaduiza Edwin Alberto Garavito Hernández Luis Eduardo Pérez Figueredo Eslendis Moratto Chimenty

Grupo de Investigación en Biotecnología Industrial y Biología Molecular (CINBIN)

Director: Jorge Hernández Torres
Clasificación Minciencias: C

Líneas de Investigación del Grupo.

Biología molecular aplicada
Bioinformática y modelización molecular
Biotecnología microbiana
Filogenia molecular
Conservación de la biodiversidad

Visión	Constituir un grupo de referencia y desarrollo biotecnológico que responda a las necesidades de mejoramiento económico, de la calidad de vida y recuperación del medio ambiente, mediante proyectos de desarrollo de productos de valor agregado.

Profesores investigadores

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación
Jorge Hernández Torres	Doctorado	Tiempo completo – Escuela de Biología
Jose Gregorio Moreno Patiño	Maestría	Tiempo completo – Escuela de Biología
Sergio Marchant Rojas	Doctorado	Tiempo completo – Escuela de Biología

Producción académica

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
2019	First record and conservation status of Allobates algorei (Anura: Aromobatidae) in Colombia.	Zootaxa ISSN: 1175-5326, vol:4608 fasc: 1, págs: 183 – 186	Aldemar Alberto Acevedo Rincón, Luis Orlando Armesto Sanguino, Fabio Leonardo Meza Joya.
2019	Hidden diversity in frogs within Boana calcarata-fasciata and Boana geographica species complexes from Colombia	Herpetology Notes ISSN: 2071-5773, vol:12 fasc: págs: 391 – 400.	Fabio Leonardo Meza Joya, Eliana Patricia Ramos Pallares, Carlos Andrés Hernández Jaimes
2019	New and noteworthy locality records of anurans from northeastern Andes of Colombia.	Herpetology Notes ISSN: 2071-5773, vol:12 fasc: págs: 21 – 69.	Fabio Leonardo Meza Joya, Wilfredo Chinchilla Lemus, Eliana Patricia Ramos Pallares, Luis Orlando Armesto Sanguino, Aldemar Alberto Acevedo Rincón.
2018	Predicted distributions of two poorly known small carnivores in Colombia: The greater grison and striped hog-nosed skunk.	Mastozoologia Neotropical ISSN: 0327- 9383, vol:25 fasc: 1 págs: 89 – 105	Fabio Leonardo Meza Joya, Eliana Patricia Ramos Pallares, Fernando Javier Cediel Martínez, Victor Manuel Martínez Arias,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor(es)
			Javier Enrique Colmenares Pinzón
2018	Distribution and conservation status of Andinobates virolinensis (Dendrobatidae), a threatened Andean poison frog endemic to Colombia.	Herpetological Conservation and Biology ISSN: 2151-0733, vol:13 fasc: 1 págs: 58 – 69.	Eliana Patricia Ramos Pallares, Fabio Leonardo Meza Joya, Carlos Andrés Hernández Jaimes.
2018	A new species of Hyloscirtus (Anura, Hylidae) from the Colombian and Venezuelan slopes of Sierra de Perijá, and the phylogenetic position of Hyloscirtus jahni (Rivero, 1961).	Zootaxa ISSN: 1175-5326, vol:4382 fasc: 1 págs: 121 – 146.	Fabio Leonardo Meza Joya, Patricia E. Salerno, Edwin Infante Rivero, Fernando JM Rojas-Runjaic
2018	Reptile road mortality in a fragmented landscape of the middle Magdalena Valley, Colombia.	Herpetology Notes ISSN: 2071-5773, vol:11 fasc: págs: 81 – 91.	Eliana Patricia Ramos Pallares, Fabio Leonardo Meza Joya.
2018	Predicted distributions of two poorly known small carnivores in Colombia: The greater grison and striped hog-nosed skunk.	Mastozoologia Neotropical ISSN: 0327- 9383, vol:25 fasc: 1 págs: 89 – 105.	Fabio Leonardo Meza Joya, Eliana Patricia Ramos Pallares, Fernando Javier Cediel Martínez, Victor Manuel Martínez Arias, Javier Enrique Colmenares Pinzón.
2017	A new species of Salamander (Caudata, Plethodontidae, Bolitoglossa) from Serranía de los Yariguíes, Colombia.	Zootaxa ISSN: 1175-5334, vol:4294 fasc: 1 págs: 93 – 111.	Fabio Leonardo Meza Joya, Carlos Andrés Hernández Jaimes, Eliana Patricia Ramos Pallares.
2017	Conclusions by O'Dea et al. regarding formation of the Isthmus of Panama are not supported.	Aaas Publication ISSN: 0271-2229, vol:3 fasc: 6 págs: 1602321 – 1602321.	Christine Dorothy Bacon, Carlos Jaramillo, Camilo Montes, Agustin Cardona, Daniele Silvestro, Alexandre Antonelli, Christine Bacon
2017	Estimating the temporal and geographic origin of the extant coastal dunes ecosystem of eastern Brazil (Restingas) from molecular and habitat data.	Molecular Phylogenetics and Evolution ISSN: 1055-7903, vol:110 fasc: págs: 127 – 133.	Christine Dorothy Bacon, Mónica Moraes R, Carlos Jaramillo, Alexandre Antonelli
2017	Towards a Self-Updating Platform for Estimating Rates of Speciation and Migration, Ages, and Relationships of Taxa.	Systematic Biology ISSN: 1063-5157, vol:66 fasc: 2 págs: 152 – 166.	Alexandre Antonelli, Hannes Hettling, Fabien L. Condamine, Karin Vos, R. Henrik Nilsson, Michael J. Sanderson, Hervé Sauquet, Ruud Scharn, Daniele Silvestro, Mats Töpel, Christine D. Bacon, Bengt Oxelman, Rutger A. Vos

Investigaciones Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Personal asignado
Caracterización de la población de bacteriófagos asociados a los principales phyla bacterianos, residentes en la superficie epidérmica de Bolitoglossa nicefori (Caudata: Plethodontidae) de la cordillera oriental de Colombia.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 222.224.000	Jorge Hernández Torres, José Gregorio Moreno Patiño
Actividades • Tomar muestras de bacterias mediante frotes epidérmicos de la piel de Bolitoglossa nicefori, empleando hisopos estériles. • Realizar muestras en campo en busca de especímenes de B. nicefori en una localidad ubicada en el flanco occidental de la cordillera oriental en el municipio de Tona, Santander.			
Aislamiento y caracterización de cepas nativas actinomicetos para la producción de hidrogeno a partir de mucilago de café.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$127.627.000	Jorge Hernández Torres, Oriana Danuta Serna Daza, Viviana Sánchez Torres
Actividades • Aislar cepas nativas de actinomicetos y se explorará el uso del mucílago de café como sustrato para la producción fermentativa de hidrógeno. Se hará una selección inicial de las cepas basada en el volumen de biogás producido. Posteriormente se realizará un análisis cuantitativo del cultivo de las mejores cepas determinando la variación en el tiempo de la producción de hidrógeno, ácidos orgánicos, azúcares reductores totales, sólidos totales y sólidos volátiles. Las mejores cepas serán identificadas con técnicas moleculares. Los resultados de esta investigación servirán de base para futuros proyectos enfocados en la identificación de enzimas degradadoras de sustratos complejos, nuevas hidrogenasas, y en proyectos a mayor escala para el aprovechamiento del mucílago de café en la producción de biocombustibles			
Cooperación especial entre el Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales y el CINBIN.	COLCIENCIAS	$ 50.000.000	Jorge Hernández Torres, Víctor Manuel Angulo Silva
Actividades Se realizaron varios estudios genéticopoblacionales de Trypanosoma cruzi y el vector Rhodnius prolixus.			
Efecto del cambio climático global en la composición y abundancia del plancton: estudio de factores fisicoquímicos, tolerancia térmica y diversidad genética en algunas especies representativas del estrecho de Gerlache. VI expedición científica de Colombia a la Antártica verano austral 2019 - 2020	Universidad Industrial de Santander – UIS.	$ 409.945.000	María Isabel Criales Hernández y Sergio Andrés Marchant Rojas
Actividades •Caracterizar la composición del plancton en el estrecho de Gerlache. Además, se busca caracterizar los cambios en el tamaño efectivo poblacional a través del estudio de la diversidad genética en especies planctónicas. Los resultados de este proyecto resultarán en la publicación de un artículo científico y la formación de un estudiante de pregrado.			

Grupo de investigación en bioquímica y microbiología (GIBIM)

DIRECTORA: Stelia Carolina Méndez Sánchez

Clasificacion MINCIENCIAS: A1

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Biocatálisis y biotransformaciones
2. Bioinformática
3. Bioquímica farmacológica
4. Biotecnología ambiental y biodiversidad
5. Ingeniería bioquímica y microbiologia industrial
6. Nanobiotecnología

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. No reporta

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (horas)
Claudia Cristina Ortiz López	Doctorado	Tiempo Completo
Bladimiro Rincón Orozco	Doctorado	Tiempo Completo
German Alexis Zafra Sierra	Doctorado	Tiempo Completo
John Jairo Castillo León	Doctorado	Tiempo Completo
Mario Felipe Negrette Guzmán	Doctorado	Tiempo Completo
Sergio Ismael Blanco Vásquez	Doctorado	Tiempo Completo
Stelia Carolina Méndez Sánchez	Doctorado	Tiempo Completo
William Fernando Hidalgo Bucheli	Doctorado	Tiempo Completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 6 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	Potent and specific antibacterial activity against *Escherichia coli* O157:H7 and methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA) of G17 and G19 peptides encapsulated into poly-lactic-co-glycolic acid (PLGA) Nanoparticles	Antibiotics ISSN: 2079-6382 ed: Elsevier Bv, vol. 9, fasc. 7, pp. 1 - 14, 2020.	Nicolás Gómez Sequeda, Jennifer Andrea Ruiz Durán, Claudia Cristina Ortiz López, Mauricio Urquiza Martínez, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez
2020	Antimicrobial and antibiofilm activities of essential oils against *Escherichia coli* O157:H7 and methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)	Antibiotics ISSN: 2079-6382 ed: Elsevier Bv, vol. 9, fasc. 11, pp. 730, 2020.	Nicolás Gómez Sequeda, Marlon Yesid Cáceres Ortiz, Elena E. Stashenko, William Fernando Hidalgo Bucheli, Claudia Cristina Ortiz López

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	Antibacterial activity of ZnO nanoparticle coatings formed by electrophoretic deposition	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1541, pp. 1 – 12, 2020.	Paula Andrea Uribe Barrera, Jennifer Andrea Ruiz Durán, Claudia Cristina Ortiz López, Sergio Ismael Blanco Vásquez, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes
2020	Essential oils of aromatic plants with antibacterial, anti-biofilm and anti-quorum sensing activities against pathogenic bacteria	Antibiotics ISSN: 2079-6382, vol. 9 fasc. 4, pp. 1 – 15, 2020.	Marlon Yesid Cáceres Ortiz, William Fernando Hidalgo Bucheli, Elena E. Stashenko, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Claudia Cristina Ortiz López
2020	Differential regulation of jasmonic acid pathways in resistant (Calcutta 4) and susceptible (Williams) banana genotypes during the interaction with *Pseudocercospora fijiensis*	Journal of Plant Pathology ISSN: 2239-7264, vol. 69, fasc. 5, pp. 872 – 882, 2020.	Héctor Alejandro Rodriguez, William Fernando Hidalgo Bucheli, J. Danilo Sánchez, Riya Christina Menezes, Bernd Schneider, Rafael Eduardo Arango Isaza, Juan Gonzalo Morales Osorio
2019	New applications of glyoxyl-octyl agarose in lipases coimmobilization: strategies to reuse the most stable lipase	International Journal of Biological Macromolecules ISSN: 0141-8130 ed: Elsevier Bv, vol. 131, fasc. 15, pp. 989 - 997, 2019.	Sara Araña Peña, Carmen Méndez Sánchez, Nathalia S. Rios, Claudia Cristina Ortiz López, Luciana R. B. Gonçalves, Roberto Fernández Lafuente
2019	Reuse of lipase from *Pseudomonas fluorescens* via its step-by-step coimmobilization on glyoxyl-octyl agarose beads with least stable lipases	Catalysts ISSN: 2073-4344 ed: MDPI AG, vol. 9, fasc. 5, pp. 487, 2019.	Sara Araña Peña, Carmen Méndez Sánchez, Nathalia S. Rios, Claudia Cristina Ortiz López, Luciana R. B. Gonçalves, Roberto Fernández Lafuente
2019	Novozym 435: the “perfect” lipase immobilized biocatalyst?	Catalysis Science and Technology ISSN: 2044-4761 ed: Royal Society of Chemistry, vol. 9, pp. 2380 - 2420, 2019.	Claudia Cristina Ortiz López, María Luján Ferreira, Luis Oveimar Barbosa Jaimes, Jose Cleiton S. dos Santos, Rafael Costa Rodrigues, Ángel Berenguer Murcia, Roberto Fernández Lafuente, Laura E. Briand
2019	Self-assembled Pt screen printed electrodes with a novel peroxidase panicum maximum and zinc oxide nanoparticles for H_2O_2 detection	Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects ISSN: 1873-4359, vol. 561, pp. 18 - 24, 2019.	Paula Andrea Uribe Barrera, Claudia Cristina Ortiz López, Diana Alejandra Centeno García, John Jairo Castillo León, Sergio Ismael Blanco Vásquez, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes
2019	Structural, optical and vibrational properties of ZnO:M (M=Al3+ and Sr2+) nano and micropowders grown by hydrothermal synthesis	Journal of Alloys and Compounds ISSN: 0925-8388, vol. 789, pp. 56 – 65, 2019.	Oscar Alfonso Marín Ramírez, Tania Soliz, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes, Mónica Tirado, Carlos Figueroa, David Comedi
2019	Vehiculization of noscapine in large unilamellar vesicles. Study of its protective role against lipid peroxidation by electrochemical techniques	Journal of Electroanalytical Chemistry ISSN: 1572-6657, vol. 833, pp. 26 - 32, 2019.	María Alejandra Luna, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes, Airam Katiza Cobo Solis, Patricia Gabriela Molina, Nestor Mariano Correa

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2018	Electroanalytical determination of catechol by a biosensor based on laccase from Aspergillus oryzae immobilized on gold screen-printed electrodes	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1119, pp. 2 - 7, 2018.	Silvia Juliana Caballero Angarita, María Alejandra Guerrero Amado, L. Y. Vargas, Claudia Cristina Ortiz López, John Jairo Castillo León, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes, Sergio Ismael Blanco Vásquez
2018	Biophysical evaluation of cardiolipin content as a regulator of the membrane lytic effect of antimicrobial peptides	Biophysical Chemistry ISSN: 0301-4622 ed: Elsevier Bv, vol. 238, pp. 8 - 15, 2018.	Laura Hernández Villa, Marcela María Manrique Moreno, Chad Leidy, Małgorzata Jemioła Rzemińska, Claudia Cristina Ortiz López, Kazimierz Strzałka
2018	Design of bactericidal peptides against *Escherichia coli* O157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*	Medicinal Chemistry ISSN: 1573-4064, vol. 14, pp. 1 – 12, 2018.	Jenniffer Cruz Laiton, Nydia Paola Rondón Villarreal, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Mauricio Urquiza Martínez, Fanny Guzmán Quimbayo, Claudio Álvarez, María Ángeles Abengozar, Daniel Alfonso Sierra Bueno, Luis Rivas, Roberto Fernández Lafuente, Claudia Cristina Ortiz López
2018	Use in vitro of gold nanoparticles functionalized with folic acid as a photothermal agent on treatment of HeLa Cells	Journal of the Mexican Chemical Society ISSN: 1870-249X, vol. 62, fasc. 1, pp. 1 - 10, 2018.	Linda Esperanza Bertel Garay, Stelia Carolina Méndez Sánchez, Fernando Martínez Ortega
2018	Alterations of mitochondrial electron transport chain and oxidative stress induced by alkaloid-like α-aminonitriles on Aedes aegypti larvae	Pesticide Biochemistry and Physiology ISSN: 0048-3575, vol. 144, pp. 64 - 70, 2018.	Mayra Alejandra Borrero Landazabal, Aurora Lisette Carreño Otero, Vladimir V Kouznetsov, Jonny Edward Duque Luna, Stelia Carolina Mendez-Sanchez
2018	High antifungal activity against *Candida* Species of monometallic and bimetallic nanoparticles synthesized in nanoreactors	ACS Biomaterial Science and Engineering ISSN: 2373-9878 ed: American Chemical Society, vol. 4, fasc. 2, pp. 647 - 653, 2018.	Claudia Cristina Ortiz López, Silvia Juliana Caballero Angarita, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes, Jennifer Andrea Ruiz Durán, Laura A. Díaz, María Alejandra Guerrero Amado
2017	Synthesis, characterization, and in vitro activity against *Candida* spp. of fluconazole encapsulated on cationic and conventional nanoparticles of poly(lactic-co-glycolic acid)	Nanotechnology, Science and Applications ISSN: 1177-8903 ed: Dove Medical Press Ltd, vol. 10, pp. 95 - 104, 2017.	Claudia Cristina Ortiz López, Nicolas Sebastian Emilio Gómez Sequeda, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez
2017	Antimicrobial activity of a new synthetic peptide loaded in polylactic acid or poly(lactic-co-glycolic) acid nanoparticles against *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* O157:H7 and methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)	Nanotechnology ISSN: 1361-6528 ed: Iop Publishing, vol. 28, fasc. 13, pp. 1 - 10, 2017.	Claudia Cristina Ortiz López, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Jenniffer Cruz Laiton, Mauricio Urquiza Martínez, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes, Fanny Guzmán Quimbayo

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2017	Green synthesis of silver nanoparticles using maltose and cysteine and their effect on cell wall envelope shapes and microbial growth of *Candida* spp.	Journal of Nanoscience and Nanotechnology ISSN: 1533-4880, vol. 17, fasc. 3, pp. 1729 – 1739, 2017.	Jhon Jhamilton Artunduaga Bonilla, Daissy Julieth Paredes Guerrero, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Kelly Ishida, Beatriz Bastos Fonseca, Sonia Rozental, Claudia Cristina Ortiz López
2017	Antimicrobial activity and interactions of cationic peptides derived from *Galleria mellonella* cecropin D-like peptide with model membranes	Journal of Antibiotics ISSN: 0021-8820, vol. 70, fasc. 3, pp. 238 - 245, 2017.	José Fernando Oñate Garzón, Marcela María Manrique Moreno, Steven Trier, Chad Leidy, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Edwin Bairon Patiño González
2017	A new peroxidase from leaves of guinea grass (Panicum maximum): a potential biocatalyst to build amperometric biosensors	Bioelectrochemistry ISSN: 1567-5394, vol. 116, pp. 33 - 38, 2017.	Diana Alejandra Centeno García, Xuxan Hasbleidy del Rocío Solano Contreras, John Jairo Castillo León

Artículos en revistas no indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2018	Synthesis and in vitro evaluation of cytotoxic effect on cervical cancer cells (HELA) of tetrahydroquinoline-isoxazole hybrid derivatives	Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences ISSN: 0975-8585, vol. 9, fasc. 5, pp. 420 - 432, 2018.	Yenny Bueno Duarte, Jeniffer Viviana Ramírez Hernández, Fausto Alejandro Marin Güiza, Stelia Carolina Méndez Sánchez, Arnold Rafael Romero Bohórquez
2018	Self-assembled polymer layer with silver nanoparticles as an alternative coating for biomedical applications	Chemical Engineering Transactions ISSN: 1974-9791 ed: Italian Association of Chemical Engineering – AIDIC, vol. 64, pp. 631 - 636, 2018.	Sergio Ismael Blanco Vásquez, Paula Andrea Uribe Barrera, Daniela Moreno, Claudia Cristina Ortiz López, Jorge Andres Gutiérrez Cifuentes

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2017	Residualidad de fitosanitarios en tomate y uchuva cultivados en Quindío (Colombia)	Colombia, Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 0122-8706, vol. 18, fasc. 3, pp. 571 - 582, 2017.	Francisco David Ávila Orozco, Lina Marcela León Gallón, Magda Ivonne Pinzón Fandiño, Alfonso Londoño Orozco, Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes
2017	Síntesis de nanopartículas de ácido poliláctico cargadas con antibióticos y su actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina	Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud ISSN: 0120-4157 ed: Instituto Nacional de Salud, vol. 37, fasc. 1, pp. 11 - 21, 2017.	Mónica Tatiana Herrera Gamboa, Jhon Jhamilton Artunduaga Bonilla, Claudia Cristina Ortiz López, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez

Capítulos de libros

Año	Título del capítulo	Título del libro y número ISBN	Casa editorial y ciudad	Autor (es)
2020	Stabilization of multimeric enzymes via immobilization and further cross-linking with aldehyde-dextran	Immobilization of enzymes and cells. Methods in molecular biology. Ed. Springer Ny, ISBN: 978-1-07-160215-7, pp. 175 - 187, 2020.	Ed. Springer Ny, Estados Unidos	Cesar Mateo, Benevides C. C. Pessela, Manuel Fuentes, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Lorena Betancor, Aurelio Hidalgo, Gloria Fernández Lorente, Roberto Fernandez Lafuente, Jose M. Guisan
2020	Very Strong but Reversible Immobilization of Enzymes on Supports Coated with Ionic Polymers	Immobilization of enzymes and cells. Methods in molecular biology. Ed. Springer Ny, ISBN: 978-1-07-160215-7, pp. 129 - 141, 2020.	Ed. Springer Ny, Estados Unidos	Cesar Mateo, Benevides C. C. Pessela, Manuel Fuentes, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Claudia Cristina Ortiz López, Fernando López Gallego, Lorena Betancor, Noelia Alonso Morales, Jose M. Guisan, Roberto Fernandez Lafuente
2016	Immobilization of lipases on heterofunctional octyl-glyoxyl-agarose supports: improved stability and prevention of the enzyme desorption	Rational Design of Enzyme-Nanomaterials. Ed. Elsevier Academic Press, ISBN: 9780128048337, pp. 73 - 84, 2016.	Ed. Elsevier Academic Press, Estados Unidos	Claudia Cristina Ortiz López, Nazzoly Rueda Arango, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Luis Oveimar Barbosa Jaimes, Roberto Fernández Lafuente

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS (últimos 6 años)

Dirección de trabajos de tesis de doctorado (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
2018	Yenny Bueno Duarte. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Evaluación de la actividad citotóxica de compuestos orgánicos híbridos de tetrahidroquinolinas e isozaxoles en líneas tumorales y su mecanismo de acción.	Stelia Carolina Méndez Sánchez, Arnold Rafael Romero Bohórquez
2017	Jenniffer Cruz Laiton. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Desarrollo de nuevos péptidos sintéticos nanoestructurados con potencial actividad bactericida frente a *Pseudomonas aeruginosa* staphylococcus aureus resistente a meticilina y Escherichia coli O157:H7.	Claudia Cristina Ortiz López, Fanny Guzman Quimbayo, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez
2017	Marisol Vergara Mendoza. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Caracterización del crecimiento de biopeliculas soportadas en un sistema de lecho de fijo utilizado para la digestión anaerobia de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.	Rodrigo Gonzalo Torres Sáez
2016	Nazzoly Rueda Arango. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Obtención y caracterización de lipasas microbianas inmovilizadas sobre nuevos soportes octil-agarosa heterofuncionales.	Claudia Cristina Ortiz López, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Roberto Fernández Lafuente

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
2016	Nydia Paola Rondon Villarreal. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería. Área Ingeniería Electrónica. Design and classification of antimicrobial and antibacterial peptides.	Daniel Alfonso Sierra Bueno, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
2020	Lady Caterine Martínez Álvarez. Trabajo de grado concluido Maestría en Microbiología. Estudio transcriptomico del efecto inhibitorio de aceites esenciales de plantas aromáticas sobre el quorum sensing y la formación de biofilm por *Salmonella entérica* serovariedad enteritidis y *Pseudomonas aeruginosa*.	German Alexis Zafra Sierra, Claudia Cristina Ortiz López
2020	Jennifer Andrea Ruíz Durán. Trabajo de grado concluido Maestría en Microbiología. Evaluación in vitro del efecto de biocidas en la formación y destrucción del biofilm de dos consorcios microbianos aislados de un campo petrolero.	Claudia Cristina Ortiz López, Astrid Lorely Pimienta Rueda
2018	Jeniffer Viviana Ramirez Hernández. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Sintesis de nanoparticulas de oro anisotropicas funcionalizadas con acido folico y estudio in vitro del mecanismo de muerte celular por efecto fototermico en células de cáncer de cuello uterino hela.	Diana Blach Vargas, Fernando Martínez Ortega, Stelia Carolina Méndez Sánchez
2018	Mayra Alejandra Borrero Landazabal. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Actividad insecticida de metabolitos secundarios de plantas medicinales contra *Aedes aegypti* y estudio del mecanismo de acción basado en la bioenergetica mitocondrial, inhibición de la acetilcolinesterasa y daño en el ADN.	Jonny Edward Duque Luna, Stelia Carolina Méndez Sánchez
2018	Ana María Pinilla Torres. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Uso de micelas como nanoreactores para la preparación de nanoparticulas de plata funcionalizadas con ácido fólico y estudio in vitro de la actividad fototérmica en células hela.	Diana Blach Vargas, Fernando Martínez Ortega, Stelia Carolina Méndez Sánchez
2018	Nicolas Sebastián Emilio Gómez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas. Estudio proteomico de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) y *Escherichia coli* O157:H7 frente a la acción del péptido sintético antimicrobiano P19 en forma libre y nanoencapsulado.	Claudia Cristina Ortiz López, Mauricio Urquiza Martínez
2018	Lizeth Natalia Ríos Pinzón. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. A-felandreno, A-bisabolol, nerolidol y S-limoneno, metabolitos secundarios de plantas medicinales con actividad insecticida sobre *Aedes aegypti* vector de las enfermedades dengue, chikungunya y zika.	Stelia Carolina Méndez Sánchez, Jonny Edward Duque Luna
2017	Marilyn Rocóo Álvarez santos. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Evaluación de la actividad anticancerigena de nuevos derivados polifuncionalizados de las 3-aril-tiazolo[3,4-a] pirazin-5,8-dionas y compuestos híbridos de tetrahidroquinolina-isoxazol sobre células de hepatocarcinoma humano (hep-g2).	Stelia Carolina Méndez Sánchez
2017	Andrés Mauricio Castañeda Amaya. Trabajo de grado concluido Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas. Síntesis de posibles péptidos B-plegados nanoencapsulados con actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM).	Claudia Cristina Ortiz Lopez, Rodrigo Gonzalo Torres Saez

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
2016	Francy Liliana Camacho Urrea. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática. Modelo de predicción de péptidos antimicrobianos basado en técnicas de aprendizaje computacional y estadístico.	Raul Ramos Pollan, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez

INVESTIGACIONES (últimos 6 años)

Terminadas

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividades)
Acuerdos de Cooperación N° 13 entre la UIS – Ecopetrol S.A. No. 5222395 - Generación y desarrollo conjunto a escala de laboratorio en fase I y II de soluciones técnicas relacionadas con los procesos de agriamiento y biocorrosión y de tratamiento de aguas de producción	Ecopetrol	$599.927.915	Escuela de Microbiología	Claudia Cristina Ortiz López	• Evaluación y/o incorporación de tecnologías para el tratamiento integral de aguas residuales industriales asociados a los procesos de producción de crudo. • Estudios para el control de agriamiento y tratamiento de aguas de producción/retorno para la industria de petróleo y gas.
Acuerdos de Cooperación N° 4 entre la UIS – Ecopetrol S.A. No. 5222395 - Área Tecnológica Tecnologías Limpias	Ecopetrol	$590.308.265	Escuela de Microbiología	Claudia Cristina Ortiz López	• Desarrollo de herramientas y modelos para evaluación y selección de tecnología. • Desarrollo de modelos para evaluar capacidad de asimilación de cuerpos de agua y comportamiento de compuesto químicos. • Evaluación de herramientas para generar alertas tempranas en caso de vertido de agua en cuerpos de agua dulce.

En ejecución

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividades)
Aplicación de técnicas moleculares para el estudio de la degradación microbiana de asfaltenos y la biorremediación de suelos contaminados con petróleo crudo pesado	Colciencias	$1.189.165.000	Escuela de Microbiología	German Alexis Zafra Sierra	• Evaluación de técnicas moleculares para el estudio de la degradación microbiana de asfaltenos y la biorremediación de suelos contaminados con petróleo crudo pesado
Desarrollo de nuevos productos con actividad antimicrobiana, insecticida y repelente a partir de moléculas aisladas de plantas aromáticas colombianas	Colciencias	$ 1.393.324.170	Escuela de Microbiología	Claudia Cristina Ortiz López	• Evaluación de la actividad antimicrobiana para selección de los mejores AE y EV. • Evaluación de citotoxicidad de los aceites esenciales usando modelos de líneas celulares eucariotas. • Evaluación de la actividad insecticida y repelente de *A aegypti*, *R prolixus* y *T dimidata*. • Nanoencapsulación de compuestos aromáticos en Nano partículas Poliméricas (NPs). • Caracterización físico-química de los compuestos aromáticos nanoencapsulados. • Determinarción de la actividad biológica de los aceites esenciales y extractos vegetales nanoencapsulados. • Estudios acerca del mecanismo de acción de los AE y EV sobre microorganismos y vectores (insectos).
Estudio de la diversidad y potencial biotecnológico de microorganismos asociados a suelos del páramo de Santurbán, Santander	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 30.000.000	Escuela de Microbiología	German Alexis Zafra Sierra	• Evaluación del estudio de la diversidad y potencial biotecnológico de microorganismos asociados a suelos del páramo de Santurbán, Santander

Investigación	Fuente de financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividades)
Aplicación de extractos de plantas medicinales aromáticas Colombianas para la inhibición del Quorum Sensing y la formación de Biofilm de bacterias patógenas	Colciencias	$390.143.400	Escuela de Microbiología	Claudia Cristina Ortíz López	• Preparación y obtención de aceites esenciales. • Determinación de la actividad antimicrobiana de los aceites in vitro. • Inhibición de formación de biofilm in vitro. • Inhibición de QS por aceites esenciales. • Estudio de interacción moléculas de aceites y membranas. • Análisis de expresión genómica de genes involucrados en QS. • Determinación de moléculas autoinductoras de QS. • Evaluación de toxicidad de los aceites esenciales usando modelos de líneas celulares eucariotas.
Desarrollo de nuevas rutas quimioenzimáticas de transformación enantio y regioselectiva de glicerol y triacetina para la obtención de compuestos de alto valor agregado	Colciencias	$192.000.000	Escuela de Química	John Jairo Castillo León	• Obtención de nuevos compuestos regio y enantioméricamente puros con potencial actividad biológica a partir de glicerol, triacetina y y tributirina mediante rutas quimioenzimáticas. • Obtención de 1,2-diacetina a partir de la metanólisis de triacetina y de 1,2-dibutirina a partir de la metanólisis de tributirina catalizada por lipasas inmovilizadas de origen microbiano.

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA INGENIERÍA BIOMÉDICA

Universidad Industrial de Santander

Resumen ejecutivo



ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

BUCARAMANGA, SANTANDER

2023

TABLA DE CONTENIDO

1 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA 3

2 CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA 4

2.1 Perfil del aspirante 4
2.2 Criterios y procesos de admisión 4

3 PROPUESTA CURRICULAR 4

3.1. Conceptualización teórica y epistemológica del programa 4
3.2. Objeto de estudio del programa 5
3.3. Propósitos generales del programa 5
3.4. Componente formativo 6
3.4.1. Plan General de Estudios 6
3.4.2. Resultados de Aprendizaje 15
3.4.3. Macro competencias del programa 16
3.4.4. Articulación entre los resultados de aprendizaje, las competencias del programa y el Plan General de Estudios 17
3.4.5. Perfil de egreso 18
3.5. Componente Pedagógico 19
3.6. Mecanismos de evaluación 21

4. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO 29

5. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 31

6. PROFESORES 34

7. MEDIOS EDUCATIVOS 35

8. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA 35

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

Denominación del programa: Ingeniería Biomédica

Análisis para la definición de la denominación del programa

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que articula las ciencias básicas, la fisiología y los conceptos básicos de la medicina con la ingeniería para apoyar a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, al desarrollar y mejorar dispositivos biomédicos o servicios clínicos. En coherencia con esto, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UIS propone el programa denominado Ingeniería Biomédica, el cual guarda correspondencia con el título que otorga, Ingeniero (a) Biomédico (a) y el nivel de formación, profesional universitario.

La Escuela, en este sentido, propone para este programa de pregrado un contenido curricular para formar profesionales que integren conocimientos fundamentales de la ingeniería y las ciencias biomédicas, junto con sus principios éticos y de excelencia y habilidades en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

A pesar de ser una disciplina reciente en la práctica de la ingeniería, ha tomado relevancia importante en diferentes partes del mundo. En Colombia se identifican programas profesionales registrados en el Ministerio con igual denominación. Los primeros programas que buscaban formar profesionales en esta disciplina fueron ofrecidos desde 1998 por la Universidad Antonio Nariño, la Universidad Manuela Beltrán y por el convenio entre la Escuela de Ingeniería de Antioquía y el Instituto de Ciencias de la Salud (ahora Universidad CES). Hoy, según el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES- en 25 universidades en Colombia se ofrecen 24 programas de pregrado en Ingeniería Biomédica y 4 programas de pregrado en Bioingeniería (programas activos), de los cuales 21 son de Instituciones privadas y 4 son de públicas.

- **Título que otorga:** Ingeniero(a) Biomédico (a)
- **Campos de educación y formación del programa**
    - Campo amplio (07): Ingeniería, industria y construcción
    - Campo detallado (071): Ingeniería y profesiones afines
    - Campo específico (0719): Ingeniería y profesiones afines no clasificadas en otra parte
- **Modalidad:** Presencial.
- **Lugar donde se ofrece el programa:** Bucaramanga, Santander.
- **Duración del programa:** 8 semestres.
- **Jornada de ofrecimiento del Programa:** Jornada completa.
- **Número de créditos académicos:** El número de créditos académicos totales es de 126.
- **Periodicidad de la admisión:** Semestral.
- **Número de estudiantes admitidos por cohorte:** Máximo 64 estudiantes.

2. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

2.1. PERFIL DEL ASPIRANTE

El programa de Ingeniería Biomédica se ofrece a todos los graduados de educación media en Colombia o su equivalente en el exterior, sin exigencias de habilidades, destrezas o aptitudes adicionales. El programa está dirigido a personas con sensibilidad creativa y compromiso social, que tengan interés y motivación en mejorar la calidad de vida de la población en condición vulnerable y, en especial, a población en situación de discapacidad e implementar soluciones a problemas de la salud humana a través del uso de la tecnología, la ingeniería y la matemática en su rol como ingeniero al servicio de las áreas de la salud.

2.2. CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN

El proceso y los criterios de admisión para acceder a los programas de pregrado de la Universidad Industrial de Santander están definidos en los Acuerdos N.º 222 de 2014 y 282 de 2017 del Consejo Académico. Este último establece las disposiciones para el ingreso de aspirantes en modalidad de admisión especial.

El proceso de selección se fundamenta únicamente en el mérito académico evidenciado en los resultados de las pruebas de Estado Saber 11 realizadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). La ponderación de los criterios de selección a aplicar para el programa de Ingeniería Biomédica se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de selección del programa de Ingeniería Biomédica para el proceso de admisión

Criterios de selección	Ponderación (%) de Pruebas Saber 11
Ciencias naturales	30%
Lectura crítica	20%
Matemáticas	30%
Sociales y Ciudadanas	10%
Inglés	10%

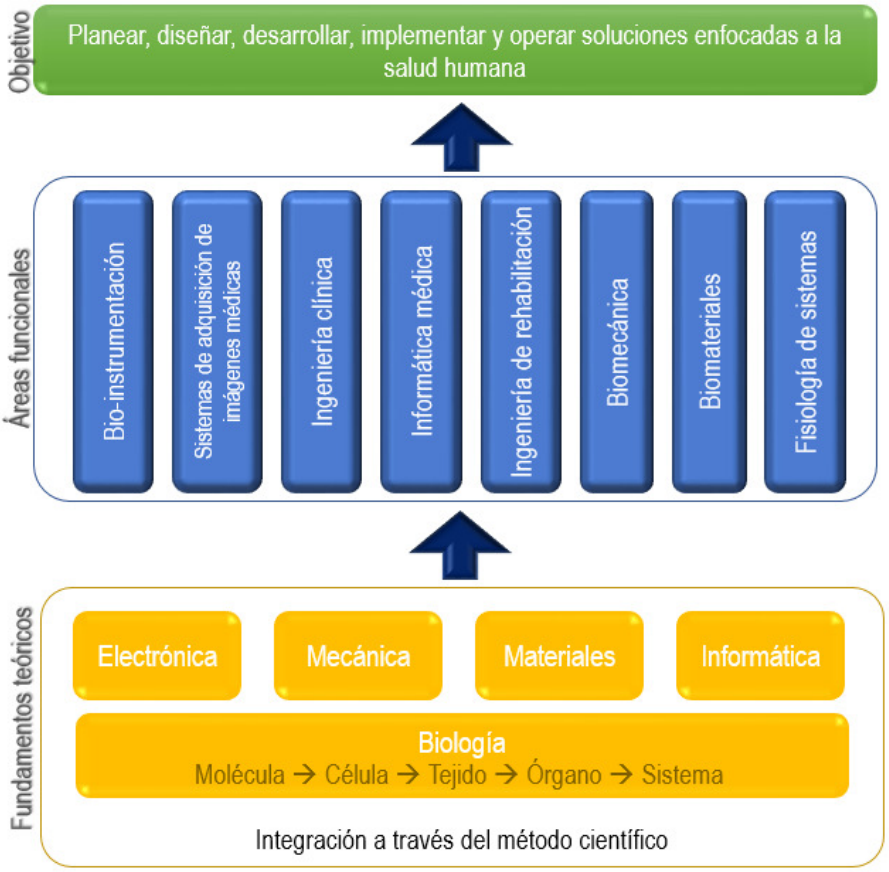
Fuente: Elaboración propia

3. PROPUESTA CURRICULAR

3.1. CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA

La Ingeniería Biomédica es la disciplina que utiliza conocimientos integrados de matemáticas, ciencias e ingeniería para planear, diseñar, desarrollar, implementar y operar soluciones enfocadas a la salud humana y los sistemas de salud. En este sentido, las soluciones que se pueden proponer desde la Ingeniería Biomédica implican una amplia gama de fundamentos teóricos, así como una gran variedad de métodos y técnicas que dependen del objetivo a conseguir. En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la relación de los conceptos teóricos en que se basa el programa de Ingeniería Biomédica.

Figura 1. Conceptualización teórica del programa



Fuente: elaboración propia

3.2. OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que articula las ciencias básicas, la fisiología y conceptos básicos de la medicina con la ingeniería para apoyar a los profesionales de la salud en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades desarrollando y mejorando dispositivos biomédicos o servicios clínicos. A pesar de ser una disciplina recientemente reconocida en la práctica de ingeniería, es ampliamente identificada en el mundo.

El objeto de conocimiento de la Ingeniería Biomédica es el ser humano, su comportamiento fisiológico, anatómico y bioquímico normal para enfrentarse a cualquier anormalidad. A partir de este estudio, el ingeniero biomédico propone una solución tecnológica de tipo informático, mecánico o electrónico que pueda contribuir a solucionar el problema; o por lo menos; a mejorar la calidad de vida de quien lo padece, enmarcado en la normatividad nacional y los acuerdos internacionales suscritos por el Estado colombiano, relacionados con la salud.

3.3. PROPÓSITOS GENERALES DEL PROGRAMA

El programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Industrial de Santander ofrece espacios de formación para la construcción de conocimiento, la investigación, el ejercicio democrático de la ciudadanía universitaria y el estudio de las problemáticas del contexto para aportar en la

construcción colectiva de soluciones. Particularmente, la formación ofrecida se orienta por los siguientes propósitos:

- Formar profesionales en Ingeniería Biomédica con una sólida formación integral fundamentada en el desarrollo humano, ético, científico y técnico, comprometidos socialmente, que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad donde pertenezcan y la población en general.
- Aplicar los descubrimientos científicos y los conocimientos generados a partir de la investigación desarrollada en el área de conocimiento en el proceso de formación de los ingenieros biomédicos.
- Promover la investigación como actividad generadora de conocimiento, dirigida hacia el bienestar y desarrollo social del individuo y de la comunidad, con impacto local, nacional e internacional.
- Contribuir al desarrollo del país mediante la implementación de soluciones biomédicas eficaces a los problemas de la salud humana relacionados con la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, a través del relacionamiento con el sector público y privado.

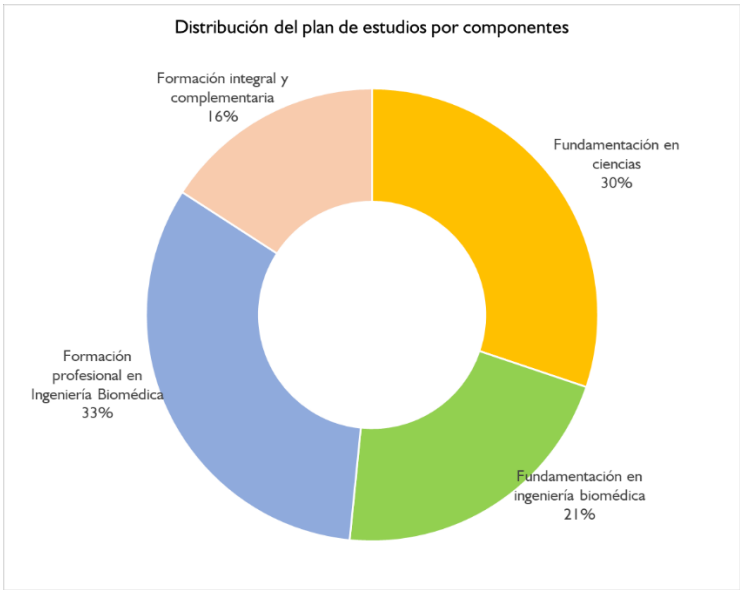
3.4. COMPONENTE FORMATIVO

3.4.1. Plan General de Estudios

El plan general de estudios del programa de Ingeniería Biomédica está organizado en 44 actividades académicas que lo componen, con un total de 126 créditos, distribuidos en ocho niveles de duración del programa, con actividades académicas que tendrán entre 1 y 4 créditos cada una. Ningún nivel propone en el total de las actividades académicas, más de 16 créditos, con lo que se espera el estudiante tenga flexibilidad de acuerdo con los tiempos que exige cada actividad académica, las cuales además de las horas de trabajo del estudiante con interacción del profesor (HIP), exigen una cantidad de horas de trabajo independiente del estudiante (HTI), para poder lograr las metas de aprendizaje.

El programa de Ingeniería Biomédica ha diseñado el proceso de formación en cuatro (4) componentes, como lo muestra en la Figura 2.

Figura 2. Distribución del plan de estudios por componentes



Fuente: elaboración propia

Esos componentes se desarrollan progresivamente a lo largo de los ocho (8) semestres académicos, de una forma integral, pues ninguno posee mayor importancia que los demás. A continuación, se hace una breve descripción del contenido de cada componente:

Fundamentación en ciencias: conformado por actividades académicas para el desarrollo de competencias en Matemáticas, Bioquímica, Biología, Física y Fisiología que forman en el estudiante una base sólida para entender las diferentes dimensiones de los problemas, proyectos, retos y necesidades que serán planteados en el componente de formación profesional. El plan general de estudios plantea 38 créditos académicos (equivalentes al 30%) en este componente.

Fundamentación en Ingeniería Biomédica: se compone de 27 créditos (equivalentes al 21%) representados por los cursos que complementan la fundamentación en ciencias, en donde el estudiante se acerca a la Ingeniería desde las disciplinas, conceptos y técnicas que la enriquecen, como son el conocimiento de los materiales, la bioinformática, la informática médica, la electrónica, la biomecánica, los fundamentos de la ingeniería clínica y una actividad académica denominada introducción a la ingeniería biomédica que acerca a los estudiantes a la comprensión inicial de su disciplina y lo que será su desempeño profesional.

Formación Profesional en Ingeniería Biomédica: corresponde a 41 créditos académicos del plan de estudios (equivalentes al 33%) donde el estudiante se enfrenta a las situaciones, necesidades y problemas de estudio de la Ingeniería Biomédica y desarrolla sus competencias profesionales en el saber, el saber hacer y en el ser profesional.

Este componente incluye dos momentos claves del proceso de formación:

1) Formación en diseño en ingeniería: brinda al estudiante la oportunidad de realizar un ejercicio de análisis y aplicación de los conocimientos, habilidades y valores adquiridos durante su proceso de formación y proponer aportes o alternativas de solución a problemas o necesidades de la región o el país mediante el desarrollo de un Proyecto de Diseño en Ingeniería *(Capstone Design Project)* en el semestre VI y VIII del programa. El Consejo de

Acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET, por sus siglas en inglés)[1] define el diseño de ingeniería, como el proceso de concebir un sistema, componente o proceso para satisfacer una serie de necesidades (ABET, 2020). En consecuencia, los programas de ingeniería deben asegurar a los estudiantes una experiencia guiada de diseño, que posibilite la integración de principios, conceptos y técnicas vistas en cursos previos, como parte de la estructura de sus currículos. Lo anterior, le brinda al estudiante una experiencia formadora y enriquecedora al ofrecer herramientas y desarrollar capacidades necesarias para que estos lleven a cabo prácticas de ingeniería reales, además, de fortalecer la adaptación de los nuevos profesionales a sus ambientes de trabajo (Urrea, Duque y Vásquez, 2021).

2) Formación de profundización: se da al estudiante la posibilidad de elegir una ruta formativa, de acuerdo con su proyecto de vida, en una de las 5 líneas de énfasis disciplinares de la ingeniería biomédica que posee el programa:

- **Ingeniería de Rehabilitación.** Estudio de la mecánica del cuerpo humano para el diseño y desarrollo de dispositivos mecánicos que permitan el reemplazo o mejora de una función perdida o deteriorada.
- **Instrumentación Biomédica.** Diseño de sistemas de diagnóstico y tratamiento que miden magnitudes fisiológicas o biológicas basado en los métodos de la electrónica y la instrumentación.
- **Biomateriales.** Desarrollo de materiales biológicos que permitan mejorar el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.
- **Bioinformática.** La Bioinformática corresponde al diseño y desarrollo de herramientas informáticas para la obtención, procesamiento y análisis de datos que permitan una mejor comprensión de los seres humanos para avances en detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **Informática Médica.** La informática Médica se preocupa de entender y promover el uso, organización, análisis y administración eficiente de la información en el cuidado de la salud. El conjunto de ciencias, métodos y técnicas que se utilizan para manejar la información médica; Producir estructuras para representar datos y conocimiento; Desarrollar métodos para una correcta y ordenada adquisición y representación de los datos; Manejar el cambio entre los procesos y las personas involucradas para optimizar el uso de la información; Integrar la información de diferentes fuentes.

Formación Integral y complementaria: este componente, como su nombre lo indica, integra y complementa la formación técnica y científica que se brinda en los demás componentes. Estas actividades académicas desarrollan las competencias comunicativas en español e inglés, el emprendimiento, el cuidado del cuerpo, la capacidad de situar su ejercicio humano y profesional dentro de un contexto que se mueve en las diversas dimensiones del ser social y promueven el desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social y científico-tecnológica, como lo indica el

[1] *ABET. Criterios para la acreditación de programas de ingeniería, 2019-2020. Criterio 5. Plan de estudios, numeral d.*

modelo pedagógico UIS. La formación en este componente totaliza 20 créditos académicos del plan de estudios, equivalentes al 16% del total de los créditos.

En la Tabla 2 se listan las actividades académicas que conforman el plan general de estudios del programa de Ingeniería Biomédica y en la Tabla 3 se listan las electivas disciplinares para cada línea de énfasis.

Tabla 2. Plan de estudios Ingeniería Biomédica

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA							O	E	
		T	P	T	P								
I	Cálculo de funciones en una variable	4	2	0	0	6	6	4	Ninguno	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Introducción al Álgebra Lineal	3	1	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Bioquímica	2	1	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Introducción a la ingeniería biomédica	2	2	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Cátedra UIS	2	0	0	0	2	1	1	Ninguno	Cualitativa	X		Vicerrectoría académica
	Lengua Extranjera I: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel I	**13**	**6**	**4**	**0**	**23**	**25**	**16**					
II	Cálculo de funciones en varias variables	3	1	0	0	4	5	3	Cálculo de funciones en una variable	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Mecánica	4	0	0	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Física
	Biología celular y molecular	2	1	0	0	3	6	3	Bioquímica	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Biología / Dpto. Ciencias Básicas
	Modelado asistido por ordenador CAD	2	3	0	0	5	4	3	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Diseño Industrial
	Programación	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Lengua Extranjera II: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera I: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel II	**11**	**7**	**5**	**0**	**23**	**25**	**16**					
III	Ecuaciones diferenciales	3	1	0	0	4	5	3	Cálculo de funciones en varias variables	Cuantitativa	X		Matemáticas
	Laboratorio de Mecánica	0	3	0	0	3	3	2	Mecánica	Cuantitativa	X		Física
	Electromagnetismo	5	0	0	0	5	4	3	Mecánica	Cuantitativa	X		Física
	Fisiología I	2	1	0	0	3	6	3	Biología celular y molecular	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Biotecnología en salud	2	1	0	0	3	6	3	Biología celular y molecular	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Lengua Extranjera III: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera II: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel III	**12**	**6**	**4**	**0**	**22**	**26**	**16**					

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA							O	E	
		T	P	T	P								
IV	Bioestadística	0	2	2	0	4	5	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Fenómenos de transporte	1	2	0	0	3	6	3	Ecuaciones diferenciales	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Ing. Mecánica.
	Fisiología II	2	1	0	0	3	3	2	Fisiología I	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Ciencias Básicas
	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	4	2	0	0	6	6	4	Ecuaciones diferenciales Electromagnetismo	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Estructuras de datos	0	2	1	0	3	3	2	Programación	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Ciencia de los materiales	2	0	0	0	2	4	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / Esc. Ing. Metalúrgica
	Total Nivel IV	**9**	**9**	**3**	**0**	**21**	**27**	**16**					
V	Gestión de proyectos	2	3	0	0	5	4	3	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Biomateriales	3	0	0	0	3	3	2	Ciencia de los materiales Bioquímica	Cuantitativa	X		EISI / Esc. Ing. Metalúrgica
	Gestión tecnológica hospitalaria	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño de sistemas digitales y embebidos	0	3	1	0	4	8	4	Programación	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Bases de datos	0	2	2	0	4	5	3	Estructura de datos	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Lengua Extranjera IV: inglés	0	0	4	0	4	2	2	Lengua Extranjera III: inglés	Cuantitativa	X		Instituto de Lenguas
	Total Nivel V	**5**	**10**	**8**	**0**	**23**	**25**	**16**					
VI	Biomecánica	2	2	0	0	4	5	3	Ciencia de los materiales	Cuantitativa	X		EISI /Esc. Ing. Mecánica / Esc. Fisioterapia
	Procesamiento de Señales Multidimensionales	0	2	2	0	4	8	4	Diseño de sistemas digitales y embebidos	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Inteligencia Artificial y Big Data	0	2	1	0	3	6	3	Bases de datos Bioestadística	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño en Ingeniería I	0	6	0	0	6	6	4	Gestión de proyectos	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Formación empresarial	0	0	2	0	2	4	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / EEIE
	Total Nivel VI	**2**	**12**	**5**	**0**	**19**	**29**	**16**					
VII	Modelado de sistemas biomédicos	0	2	2	0	4	5	3	Fisiología II	Cuantitativa	X		EISI / E3T
	Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	0	2	1	0	3	3	2	Ninguno	Cuantitativa	X		EISI / Dpto. Salud Pública / EEIE
	Electiva disciplinar I	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.

Nivel	Actividad académica	Horas /semana						Créd	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria (O) Electiva(E)		UAA a cargo actividad académica
		HIP				TOTAL HIP	HTI						
		FÍSICA		ENLÍNEA							O	E	
		T	P	T	P								
	Electiva disciplinar II	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.
	Electiva Transdisciplinar	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa		X	
	Total Nivel VII	**7**	**8**	**3**	**0**	**18**	**30**	**16**					
VIII	Electiva disciplinar III	2	2	0	0	4	8	4	Ninguno	Cuantitativa		X	Escuela de Sist.e Inform.
	Diseño en Ingeniería II	0	3	0	0	3	9	4	Diseño en Ingeniería I	Cuantitativa	X		Escuela de Sist.e Inform.
	Electiva de Formación Integral I	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno	Cuantitativa		X	
	Electiva de Formación Integral II	3	0	0	0	3	6	3	Ninguno			X	
	Total Nivel VIII	**8**	**5**	**0**	**0**	**13**	**29**	**14**					
TOTAL DEL PROGRAMA		**67**	**63**	**32**	**0**	**162**	**216**	**126**					

Tabla 3. Actividades académicas electivas disciplinares por cada línea de énfasis

Nivel	Actividad académica	Horas /semana				Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria-O Electiva-E		UAA a cargo actividad académica
		HIP FÍSICA		TOTAL HIP	HTI				O	E	
		T	P								
ÉNFASIS: INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN											
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia Avanzada	3	1	4	8	4	Ingeniería de Rehabilitación y Tecnologías de Asistencia	Cuantitativa		X	EISI
	Mecatrónica	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA*											
	Robótica y Salud	3	1	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Instrumentación Biomédica Diagnóstica	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Instrumentación Biomédica Terapéutica y de soporte	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Instrumentación Biomédica de Imágenes Médicas	0	4	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: INFORMÁTICA MÉDICA											
	Tecnologías de la información y la comunicación en salud	3	1	4	8	4	Bases de datos	Cuantitativa		X	EISI
	Telesalud	2	2	4	8	4	Bases de datos	Cuantitativa		X	EISI
	Análisis de imágenes médicas	0	4	4	8	4	Procesamiento de señales multidimensionales Estructura de datos	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: BIOMATERIALES											

Nivel	Actividad académica	Horas /semana				Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	Obligatoria-O Electiva-E		UAA a cargo actividad académica
		HIP FÍSICA		TOTAL HIP	HTI				O	E	
		T	P								
	Biocompatibilidad de Biomateriales	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ingeniería de Tejidos	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Biomateriales Poliméricos	4	0	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
ÉNFASIS: BIOINFORMÁTICA											
	Bioinformática Básica	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Ómicas	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI
	Bioinformática Molecular	2	2	4	8	4	-	Cuantitativa		X	EISI

HIP: Hora de interacción con el profesor T: Hora teórica O: Obligatorio Créd.: Créditos
HTI: Hora de trabajo independiente P: Hora práctica E: Electivo UAA: Unidad académico-administrativa

* El estudiante tomará 3 de las 4 actividades académicas electivas ofrecidas que conforman este énfasis.

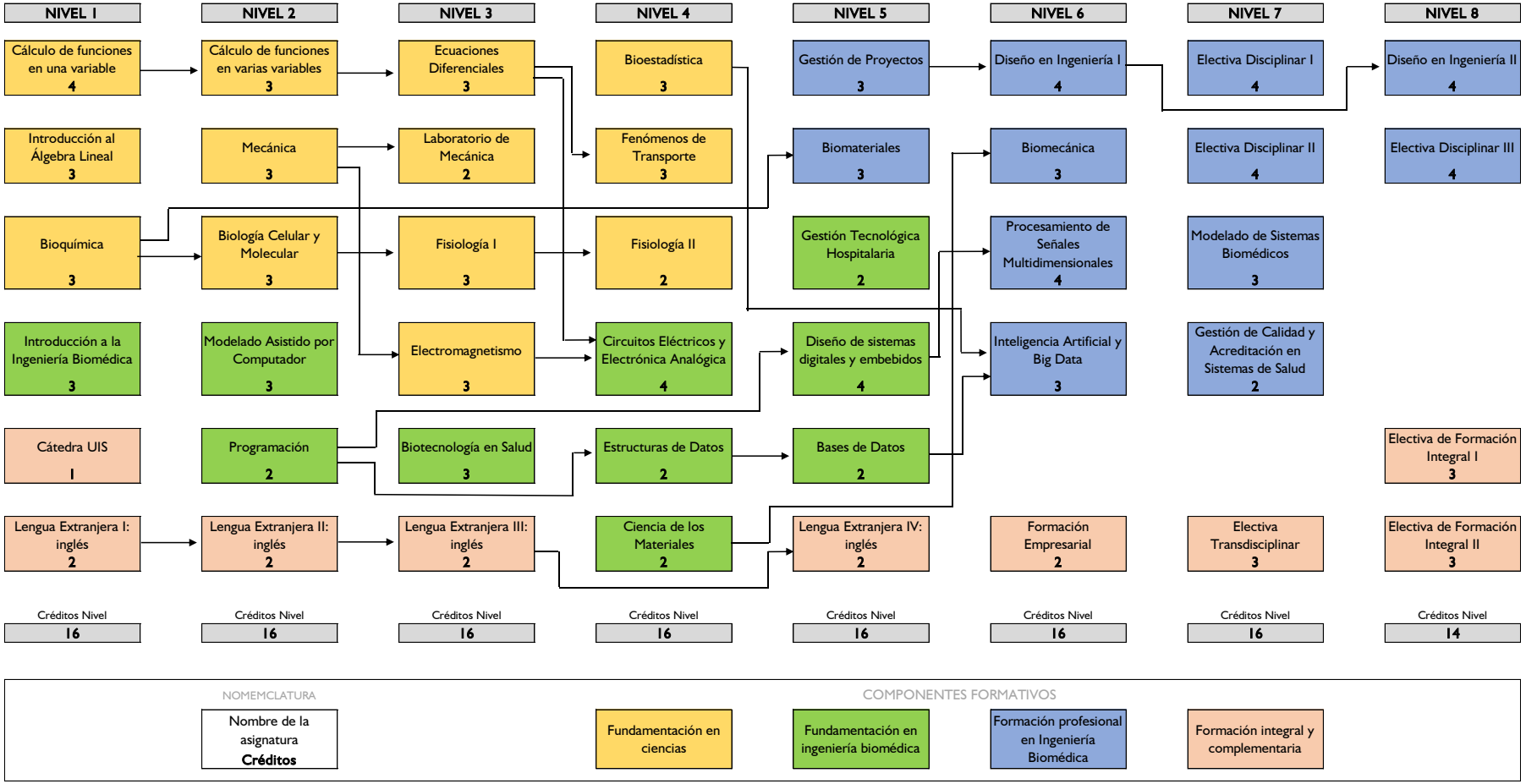
En la Tabla 4, se observa el número total de créditos por cada uno de los 8 semestres académicos y en la Figura 3 se muestra la estructura curricular del programa con sus componentes formativos.

Tabla 4. Número total de créditos por nivel

Nivel	Créditos académicos
I	16
II	16
III	16
IV	16
V	16
VI	16
VII	16
VIII	14
Total	**126**

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Estructura curricular del programa de Ingeniería Biomédica



Fuente: elaboración propia

Trayectorias posibles de los estudiantes en su proceso de formación

Como se mencionó anteriormente, el plan de estudios del programa de Ingeniería Biomédica posee un componente electivo conformado por actividades académicas de tipo disciplinar, y otras de formación integral y complementaria. Éstas buscan desarrollar en el estudiante competencias específicas que dan respuesta a sus intereses formativos particulares como ingeniero biomédico. Además de estos componentes específicos del plan de estudios, el programa se apoya en la oferta macrocurricular institucional para ofrecer experiencias de aprendizaje y recursos sin créditos académicos.

Cuando se encuentre cursando el séptimo nivel del programa, el estudiante deberá escoger una de las cinco líneas de énfasis disciplinares (Rehabilitación, Instrumentación Biomédica, Biomateriales, Bioinformática e Informática Médica) que determinará las 3 actividades académicas correspondientes a: *Electiva disciplinar I* y *Electiva disciplinar II* a cursar en el 7° nivel y la *Electiva disciplinar III* a cursar en el 8° nivel. Es necesario que al momento de escoger la línea de énfasis que desea profundizar, el estudiante haya finalizado totalmente el componente formativo de "Fundamentación en Ingeniería Biomédica" y haber aprobado la actividad académica "Diseño de Ingeniería I" ya que es a través de los contenidos de estas actividades académicas que el estudiante podrá conocer e interactuar de manera preliminar con los diferentes énfasis que ofrece la ingeniería biomédica. Lo anterior le permitirá tomar una decisión autónoma e informada acerca del énfasis de su preferencia.

La amplitud del número de líneas a ofrecer a cada cohorte del programa la definirá la dirección de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática a la cual está adscrito al programa, teniendo en cuenta el número de estudiantes que se proyecta admitir y el comportamiento de matrícula que haya tenido el programa. Inicialmente el programa iniciará con el ofrecimiento de las líneas de Informática Médica e Instrumentación Biomédica, teniendo en cuenta el análisis de oferta y demanda. Adicionalmente, como parte del componente de formación integral electiva, el estudiante podrá escoger en el nivel 7 del programa una (1) actividad académica de tipo transdisciplinar, que le permitirá al estudiante la formación de competencias específicas en un área complementaria a su perfil profesional (e.g. química, física moderna, materiales, entre otras). En la Figura 4 se presentan las trayectorias posibles de los estudiantes.

Figura 4. Trayectorias posibles de los estudiantes en el proceso formativo



3.4.2. Resultados de Aprendizaje

La formación del Ingeniero Biomédico se ha fundamentado en la misión, los principios y los valores del proyecto institucional UIS, con un enfoque basado en competencias y centrado en el estudiante. Los Resultados de aprendizaje del Ingeniero Biomédico UIS, le permitirán demostrar que está en capacidad de:

- **RA1:** Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas.
- **RA2:** Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales, normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.
- **RA3:** Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.
- **RA4:** Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en aquellas que se afecte la seguridad, la salud y el bienestar del público.
- **RA5:** Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes crean un entorno colaborativo e inclusivo para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.
- **RA6:** Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.
- **RA7:** Adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas para mantenerse al día en los cambios y evoluciones en el conocimiento, tecnología y herramientas que aportan al desarrollo de la disciplina biomédica.
- **RA8:** Analizar, modelar, diseñar, implementar y evaluar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería biomédica para la mejora de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **RA9:** Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos.

Los Resultados de Aprendizaje anteriormente expuestos constituyen una promesa de valor que hace la institución con la sociedad, en tal sentido son declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre al terminar un programa académico[2].

[2] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Modelo Pedagógico Institucional. Acuerdo 233 de 2021, Consejo Académico.

3.4.3. Macro competencias del programa

Para cumplir esta propuesta de valor, acogiendo lo establecido en los referentes institucionales para la creación, reforma y modificación de programas académicos (Acuerdo de Consejo Académico No. 023 de 2022), y teniendo en cuenta referentes externos como las competencias del modelo de acreditación ABET, el programa de Ingeniería Biomédica define unas macro competencias genéricas, ciudadanas y específicas para el programa las cuales están relacionadas con las micro competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales definidas al interior de cada una de las actividades académicas propuestas.

Los resultados de aprendizaje se alcanzarán a través del desarrollo de cada una de dichas macro competencias. Las competencias ciudadanas que se formarán en todos los graduados de la Universidad Industrial de Santander y que se fundamentan en su Proyecto Institucional y el Proyecto Educativo; las competencias genéricas que son transversales a los programas de ingeniería; y finalmente, las competencias específicas de la Ingeniería Biomédica las cuales guardan coherencia con los hallazgos del análisis de entorno.

Macro competencias genéricas y ciudadanas

- **C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo:** contribuye a la convivencia pacífica, participa responsable y constructivamente en los procesos democráticos y respeta y valora la pluralidad, tanto en el entorno cercano, como en la comunidad, en el país o en el contexto internacional.
- **G1 Razonamiento cuantitativo:** utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.
- **G2 Competencias comunicativas:** emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.
- **G3 Manejo de la información:** selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.
- **G4 Trabajo en Equipo:** Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial.
- **G5 Aprendizaje autónomo:** aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo.
- **G6 Comunicación en inglés:** Se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina.

Macro competencias específicas

- **E1.** Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.
- **E2.** Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.

- **E3.** Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.
- **E4.** Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia.

Macro competencias específicas asociadas a las líneas de énfasis del programa

El proceso de formación está diseñado de tal manera que cada estudiante pueda profundizar su aprendizaje en cualquiera de los cinco (5) énfasis planteados por el programa. Cada área de énfasis refuerza una de las competencias específicas enumeradas anteriormente de tal manera que las complementan y refuerzan.

- **E5. Ingeniería de rehabilitación:** Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas.
- **E6. Instrumentación biomédica:** Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- **E7. Bioinformática e informática médica:** Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC.
- **E8. Biomateriales:** Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.

3.4.4. Articulación entre los resultados de aprendizaje, las competencias del programa y el Plan General de Estudios

En la Tabla 5 se muestra la forma como cada uno de los resultados de aprendizaje, presentados en el perfil de egreso, se relaciona con las macro competencias genéricas, ciudadanas y específicas del programa.

Tabla 5. Articulación entre los resultados de aprendizaje y las macro competencias del programa

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		MACRO COMPETENCIAS (MC)														
		ESPECÍFICAS								GENÉRICAS Y CIUDADANAS						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6
RA 1	Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas		X	X	X	X	X	X	X		X	X				
RA 2	Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales y normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.	X			X	X	X	X	X				X			

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		MACRO COMPETENCIAS (MC)														
		ESPECÍFICAS								GENÉRICAS Y CIUDADANAS						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	C1	G1	G2	G3	G4	G5	G6
RA 3	Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.	X										X				X
RA 4	Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en aquellas que se afecte la seguridad, la salud y el bienestar del público	X								X						
RA 5	Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes, crean un entorno colaborativo e inclusivo, para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos											X		X		
RA 6	Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.		X								X		X			
RA 7	Adquirir y aplicar nuevos conocimientos fruto de los cambios y evoluciones de la disciplina biomédica utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.														X	
RA 8	Mejorar la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades mediante el análisis y modelado, de dispositivos, sistemas, componentes o procesos biomédicos.	X		X	X	X	X	X	X				X			
RA 9	Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos.		X		X	X	X	X			X					

Fuente: elaboración propia

3.4.5. Perfil de egreso

El Ingeniero Biomédico egresado de la Universidad Industrial de Santander es un profesional integral, capaz de crear y mejorar sistemas tecnológicos, procesos, técnicas, métodos y dispositivos que solucionan, con enfoque sostenible, problemas en la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades en el ser humano.

Se distingue por su habilidad para aplicar conocimientos fundamentales de la ingeniería, las ciencias básicas y la medicina a la identificación de necesidades del sector salud enfocadas en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades mediante el análisis y modelado de dispositivos, sistemas, componentes o procesos biomédicos de alto impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, teniendo en cuenta las implicaciones éticas en los contextos social, ambiental y económico donde se sitúan.

Es competente para formular proyectos e implementar soluciones eficaces e innovadoras en alguna de las líneas de énfasis del programa (Ingeniería clínica, Ingeniería de Rehabilitación, Instrumentación biomédica, Bioinformática, Informática médica o Biomateriales) basadas en información cuantitativa y considerando la salud pública, la seguridad, el bienestar, así como factores externos; así mismo es capaz de liderar, participar y comunicarse en equipos de trabajo multidisciplinarios donde aporta nuevos conocimientos, y crea entornos colaborativos e inclusivos para el establecimiento de metas, la planificación de tareas y el cumplimiento de objetivos.

3.5. COMPONENTE PEDAGÓGICO

Descripción de los ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, herramientas tecnológicas y estrategias de interacción, en el marco del modelo o modelos pedagógicos y didácticos del programa académico

Ambientes de aprendizaje físicos.

El programa de Ingeniería Biomédica de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática desarrollará actividades académicas principalmente en el campus de Floridablanca de la Universidad Industrial de Santander, la cual cuenta con infraestructura física dotada de aulas para la docencia, laboratorios, espacios para investigación, biblioteca y administración. Para su desarrollo también se dispondrán de los espacios de la sede central en lo referido a laboratorios, espacios deportivos, auditorios, entre otros. Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática cuenta con diversos espacios en la sede central, los cuales también estarán al servicio del programa

Ambientes de aprendizaje virtuales y herramientas tecnológicas.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con la Política de apoyo a la formación mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación- TIC- (Acuerdo del Consejo Superior No. 51 de 2009). En dicha norma rectora, se define que la Institución "debe incorporar las TIC a los procesos de formación como estrategia para mejorar su calidad, favorecer la innovación y la aplicación de un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante". En cumplimiento de lo anterior, el programa ha establecido estrategias y herramientas para asegurar que la comunidad académica haga uso de ambientes virtuales de aprendizaje disponibles en la institución como Moodle o mediados por herramientas como Zoom y Microsoft Teams y para asegurar la apropiación de estas herramientas la Institución ha generado procesos de aprendizaje en el marco de la política antes mencionada. Las herramientas de apoyo adicionales que se puedan implementar están sujetas a las decisiones de los docentes que dirigen las actividades académicas, en el marco de los principios rectores universitarios.

Adicionalmente, el programa hará uso de la amplia infraestructura tecnológica institucional que soporta las actividades misionales desde el ámbito virtual.

Estrategias de interacción en el marco del modelo pedagógico

Dentro de las estrategias de interacción en el marco del modelo pedagógico se encuentran las estrategias de enseñanza y aprendizaje, siendo las primeras el conjunto de acciones, mediante el uso de recursos, que el docente utiliza para lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes y las estrategias de aprendizaje son los procedimientos utilizados por los estudiantes para su desarrollo académico.

A nivel del programa de Ingeniería Biomédica, las estrategias diseñadas e implementadas a nivel micro curricular se constituyen como procedimientos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos conscientes y orientados para cumplir un fin. Las estrategias son funcionales, significativas, cuentan con instrucciones claras, de fácil comprensión por parte del estudiante, quien también debe entender fácilmente cómo aplicarse y por qué son útiles para su aprendizaje. A continuación, se presentan las estrategias de enseñanza y las técnicas didácticas que empleará el programa de acuerdo con su naturaleza, centradas en el estudiante, y enfocadas en el aprendizaje experiencial. Este tipo de aprendizaje busca exponer al estudiante a una situación que simula un caso particular en el que debe tomar decisiones con base en los fundamentos vistos en clase y en la propia investigación independiente que realiza. Entre las estrategias particulares en este sentido, se encuentran descritas en la Tabla 6.

Tabla 6. Estrategias de enseñanza - aprendizaje

Estrategia	Definición
Estudio de caso	Solución de un problema o situación en algunas ocasiones con una respuesta o ejemplo.
Aprendizaje basado en problemas	Proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida. Un problema es cualquier duda, dificultad o incertidumbre que se debe resolver desde el área de estudio en el que se está aprendiendo.
Aprendizaje basado en proyectos	Modalidad de enseñanza y aprendizaje centrada en tareas, un proceso compartido de negociación entre los participantes, siendo su objetivo principal la obtención de un producto final.
Ensayos	Se caracteriza porque el estudiante puede ser capaz de convertir lo complicado en algo sencillo, donde puede simbólicamente expresar emociones, incógnitas, suposiciones y conclusiones y, además, utilizar la imaginación para su elaboración.
Gamificación	Técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.
Conferencia	Presencial, verbal
Mentoría	Acompañamiento uno a uno de un estudiante o profesional con alta experiencia en un rol a uno que inicia o se prepara para ello.
Entrenamiento programado	Entrenamiento vía digital con material previamente elaborado
Debates	Discurso oral catalogable como un tipo de conversación estructurada. Su objetivo es enfrentar dos o más opiniones acerca de un determinado tema polémico, o al menos, discutible desde diversos puntos de vista.
Aula invertida	Propone que los alumnos estudien y preparen las lecciones fuera de clase, accediendo en casa a los contenidos de las actividades académicas para que, posteriormente, sea en el aula donde hagan los deberes, interactúen y realicen actividades más participativas (analizar ideas, debates, trabajos en grupo, etc). Todo ello apoyándose de forma acentuada en las nuevas tecnologías y con un profesor que actúa de guía.

Estrategia	Definición
Aprendizaje cooperativo	Es una metodología que permite a los profesores agrupar a los estudiantes para impactar de forma positiva. Este método permite que los estudiantes mejoren la atención y la adquisición de conocimientos. El objetivo de esta metodología es que cada miembro de un grupo establecido realice con éxito sus tareas apoyándose en el trabajo de los demás.

Fuente: elaboración propia

Específicamente para la formación de ingenieros (as) Biomédicos y por la naturaleza del programa, se considera útil y pertinente en gran parte de las actividades académicas la implementación del aprendizaje basado en problemas dado que brinda una base conceptual y práctica, que va más allá de la teoría de conceptos y pasa a la práctica contextualizada, en dimensiones, fases y condiciones que deben ser controladas y orientadas a ganar desarrollo personal y técnico, pues tanto el docente como los estudiantes generan conocimiento, partiendo de la base de que se aprende desde el ensayo y el fracaso. Es útil, especialmente porque promueve la práctica en contextos específicos mediante la prueba y el error, para incrementar y aportar en el avance individual y grupal, ya que el docente no está exento de incrementar su experiencia y conocimiento.

Adicionalmente, la implementación de proyectos en el aula permitirá proponer una experiencia educativa auténtica en la que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos con aplicación en el mundo real. Lo anterior, permite la operatividad de las ideas que se proyectan y se plasman como parte de la solución de problemáticas puntuales y específicas, evidenciadas en grupos sociales, comunidades o entornos educativos cercanos, siempre en búsqueda de soluciones, que dan como resultado la generación de nuevos conocimientos teóricos y prácticos.

3.6. MECANISMOS DE EVALUACIÓN

Las normas específicas para la evaluación de desempeño de estudiantes se encuentran en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. En el Título V: Régimen Académico, Capítulo V, de la Evaluación Académica, se establece que las pruebas de evaluación académica se realizan en cada período con el objeto de ponderar el trabajo desarrollado por el estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje (Art. 90).

Los mecanismos de evaluación y seguimiento al proceso formativo y al logro de los resultados de aprendizaje establecidos en el programa de Ingeniería Biomédica tienen como finalidad que el estudiante y el profesor conozcan el desarrollo de competencias y actitudes y en consecuencia el progreso individual en la formación integral para que a medida que transcurren las experiencias de aprendizaje del proceso formativo, el estudiante vaya afinando y mejorando gradualmente el dominio de sus competencias. Los criterios de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Biomédica son establecidos por cada docente en la actividad académica que coordina, siendo de conocimiento de los estudiantes desde el primer día de clase de cada semestre lectivo; además en los formatos de actividad académica. En general, los estudiantes son evaluados a través de estrategias como las descritas a continuación: evaluaciones escritas, pruebas orales, presentación de informes de laboratorio, realización de resúmenes, ensayos, exposiciones, construcción de videos, entre otros, talleres individuales o en grupo para desarrollo en clase o en casa, cuestionarios de preparación de sesión, entre otros.

Articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo y las actividades académicas.

El Modelo Pedagógico UIS21 establece que la evaluación del aprendizaje, a nivel meso-curricular, implica la definición de un conjunto de estándares, niveles e indicadores de desempeño que orienten respecto del grado de desarrollo a alcanzar en las competencias previstas, y faciliten la formulación de estrategias de acompañamiento que posibiliten al estudiante el alcance de los resultados de aprendizaje esperados, y proporcionen evidencia del avance individual en el proceso formativo.

Para ello, el programa definió una relación entre el desarrollo de las macro competencias genéricas (G), ciudadanas (C) y específicas (E) y los resultados de aprendizaje previstos, así como la incidencia de las primeras en el logro de los segundos como se muestra a continuación.

Tabla 7. Incidencia de cada macro competencia en el logro de los resultados de aprendizaje

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
RA1	Identificar, formular y resolver problemas complejos de la Ingeniería Biomédica, mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias básicas y medicina para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas.	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Baja
		E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.			X	Baja
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Baja
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Alta
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Alta
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Intermedia-alta
		G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Baja

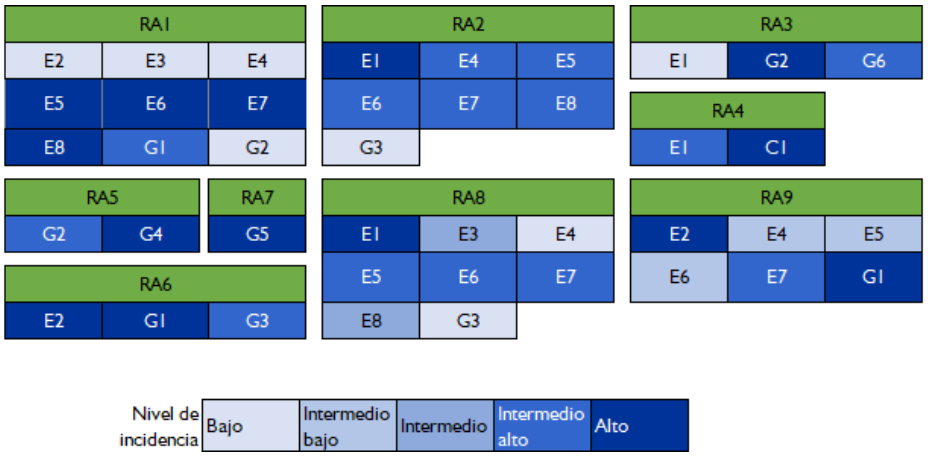
ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
RA2	Aplicar el diseño de ingeniería considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores legales y normativos, culturales, sociales, ambientales y económicos en contextos nacionales e internacionales en la creación de soluciones confiables que satisfagan necesidades específicas de la salud de los seres humanos.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Alta
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Intermedia-alta
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia-alta
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia-alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Intermedia-alta
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Intermedia-alta
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Baja
RA3	Comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias, técnicas y no técnicas, para recibir y entregar información.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Baja
		G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Alta
		G6 Comunicación en inglés: se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina		X		Intermedia-alta
RA4	Reconocer su responsabilidad ética y profesional y emitir juicios informados, considerando su impacto en contextos globales, económicos, ambientales y sociales, al formular soluciones biomédicas en situaciones de ingeniería, especialmente en aquellas que se afecte la seguridad,	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Intermedia-alta
		C1 Cultura ciudadana y comprensión del mundo: ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.	X			Alta

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
	la salud y el bienestar del público.					
RA5	Desempeñarse efectivamente como miembro o líder en un equipo interdisciplinario cuyos participantes crean un entorno colaborativo e inclusivo para establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.	G2 Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.		X		Intermedia-alta
		G4 Trabajo en Equipo: Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial.		X		Alta
RA6	Analizar e interpretar datos aplicando metodologías establecidas para la experimentación, y evaluándolas a través de juicios de ingeniería, para obtener conclusiones sobre un problema de salud.	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Alta
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Intermedia-alta
RA7	Adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas para mantenerse al día en los cambios y evoluciones en el conocimiento, tecnología y herramientas que aportan al desarrollo de la disciplina biomédica.	G5 Aprendizaje autónomo: aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo		X		Alta
RA8	Analizar, modelar, diseñar, implementar y evaluar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería biomédica para la mejora de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.			X	Alta
		E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.			X	Intermedia
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Baja
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia-alta
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia-alta
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos			X	Intermedia-alta

ID RA	Resultados de aprendizaje (RA)	Macro competencia (C)	Clasificación macro competencia			Incidencia de la C en el logro del RA
			C	G	E	
		relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)				
		E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)			X	Intermedia
		G3 Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.		X		Baja
RA9	Realizar mediciones e interpretar datos de sistemas vivos para la comprensión, definición y resolución de los problemas biológicos y médicos.	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.			X	Alta
		E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)			X	Intermedia baja
		E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)			X	Intermedia baja
		E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)			X	Intermedia baja
		E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)			X	Intermedia alta
		G1 Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.		X		Alta

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Incidencia de las macro competencias en el logro de los resultados de aprendizaje



Entendiendo que el desarrollo de competencias se da de forma gradual a lo largo del proceso formativo, en la Tabla 8 se describe la progresión del desarrollo de cada macro competencia en los diferentes niveles del programa, de acuerdo al nivel de dominio definido para cada una, el cual se adoptó a partir de la taxonomía de Bloom. Con el fin de lograr que todos los estudiantes del programa alcancen niveles aceptables de dominio al momento de egreso, es necesario plantear un sistema de alertas tempranas (puntos de control) en los que se reitera el ciclo de valoración y evaluación de competencias, y de ser necesario, se proponen estrategias de acompañamiento que implementará el programa si el estudiante no progresa en avanzar hacia el nivel de dominio esperado. Estos puntos de control son mostrados en la tabla a continuación.

Tabla 8. Progresión del desarrollo de macro competencia y puntos de control

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
E1	E1. Formula y ejecuta proyectos de diseño de ingeniería para solucionar problemas de la salud humana en las organizaciones del sistema de salud, atendiendo restricciones reales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las dinámicas globales.	5- Evaluar	1	1	2	2	3	4	4	5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño de ingeniería II
E2	E2. Analiza e interpreta datos utilizando metodologías apropiadas, con el rigor del método científico, para la generación de conclusiones efectivas.	3 - Aplicar	1	1	1	2		3	3	3	Biotecnología en salud	Inteligencia Artificial y Big Data	Diseño en Ingeniería II
E3	E3. Identifica oportunidades de mejora, apropiación tecnológica y creación de nuevos productos y procesos biomédicos.	4 -Analizar	1		1	2	2	3		4	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E4	E4. Mantiene y controla los procesos de gestión de tecnología biomédica inherentes a los sistemas de prestación de salud, preservando el cuidado y la seguridad del paciente, con un sentido de eficiencia y eficacia (Ingeniería clínica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	1	2		2	3	3	5	Biotecnología en salud	Gestión de Calidad y Acreditación en Sistemas de Salud	Diseño en Ingeniería II

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
E5	E5. Analiza, diseña e implementa dispositivos y sistemas para la rehabilitación y asistencia a personas en condición de discapacidad o con diversidad funcional, ayudando a la recuperación de las funciones físicas y cognitivas limitadas (Ingeniería de Rehabilitación)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1		1	2	3	4		5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E6	E6. Evalúa, mantiene y opera dispositivos y sistemas biomédicos usados en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. (Instrumentación biomédica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1		1	2	3	4		5	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E7	E7. Diseña, evalúa, opera y mejora sistemas de información para recopilar y analizar datos relacionados con la medicina y la biología para mejorar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC. (Bioinformática/Informática médica)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	2		3	3	4	4	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
E8	E8. Evalúa y utiliza biomateriales para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica. (Biomateriales)	3-Aplicar (Sin énfasis) 5-Evaluar (Con énfasis)	1	1	2	2	3	4		5	Biotecnología en salud	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
	Competencias genéricas y ciudadanas												
C1	C1. Cultura ciudadana y comprensión del mundo: ejerce, defiende y difunde los derechos, cumple deberes, participa en la vida política y comprende de forma crítica y reflexiva la sociedad y las instituciones.	5-Evaluar	1	1	2	2	3	4	4	5	Biotecnología en salud	Gestión de proyectos	Diseño en Ingeniería II

ID C	Macro competencia (C)	Nivel de dominio*	Progresión del desarrollo de la macro competencia por nivel								Puntos de control		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III
G1	G1. Razonamiento cuantitativo: utiliza y evalúa información cuantitativa de manera eficiente en el reporte de actividades de trabajo o investigación y en la construcción de argumentos.	5-Evaluar	1	2	3	4	4	4	5		Ecuaciones diferenciales	Inteligencia Artificial y Big Data	Modelado de sistemas biomédicos
G2	G2. Competencias comunicativas: emplea la expresión oral, escrita, gráfica y otras formas no verbales para comunicarse eficientemente con los demás, teniendo en cuenta la diversidad y las limitaciones que pueden dificultar la comunicación con otros profesionales y con la comunidad en general.	5-Evaluar	1	2		3	4	5	5	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G3	G3. Manejo de la información: selecciona, organiza e interpreta información pertinente presentándola de manera adecuada para su utilización y evaluando tanto la información en sí misma como las fuentes y métodos utilizados para obtenerla.	5-Evaluar	1	2		3	4	5			Programación	Bases de datos	Inteligencia Artificial y Big Data
G4	G4. Integra y lidera equipos de trabajo aportando al crecimiento, aprendizaje y desarrollo de su potencial	5-Evaluar	1	2	2	2	4	5	5	5	Programación	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G5	G5. Aprendizaje autónomo: aplica herramientas cognitivas y metacognitivas a los procesos de aprendizaje, con el fin de conocerlo y monitorearlo	5-Evaluar	1	1	2	3		4		5	Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica	Diseño en Ingeniería I	Diseño en Ingeniería II
G6	G6. Comunicación en inglés: se comunica e interactúa en el idioma inglés en situaciones cotidianas y en el ejercicio de la disciplina	5-Evaluar	1	2	3	3	5	5		5	Lengua Extranjera II: inglés	Lengua Extranjera III: inglés	Lengua Extranjera IV: inglés

*Nivel de dominio de la macro competencia tomando como referencia la taxonomía de Bloom.

4. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

Las actividades académicas del programa se estructuraron teniendo en cuenta cada uno de los cuatro (4) componentes requeridos en la formación de un Ingeniero Biomédico, concebidos como un proceso que permite rutas de aprendizaje flexibles para los estudiantes, que contribuyen a su formación integral e interdisciplinar. Con este objetivo, se proponen los siguientes grupos de actividades académicas:

Fundamentación en ciencias: las actividades académicas de fundamentación en ciencias brindarán al estudiante todos los conceptos teóricos y las herramientas metodológicas para comprender tanto los principios del funcionamiento del cuerpo humano como las bases de los sistemas tecnológicos desde diferentes puntos de vista de la ingeniería. Entender y adoptar los fundamentos en ciencias es de crucial importancia para el ingeniero, este es el componente diferenciador que le permite proponer nuevas formas de hacer las cosas, además, estos conocimientos le permitirán expresar con propiedad y formalismo las soluciones de ingeniería que pueda proponer.

Las actividades académicas enmarcadas en este grupo desarrollarán competencias que permiten hacer un entendimiento práctico y directo de los conceptos que se exponen en aquellas que hacen parte de la fundamentación en ingeniería biomédica.

Fundamentación en Ingeniería Biomédica: las actividades académicas de fundamentación en Ingeniería Biomédica van a apoyar al estudiante para conocer y apropiar el conocimiento respecto de los conceptos básicos que el ingeniero biomédico necesita desde diferentes áreas de la ingeniería.

Es así como desde el estudio de los materiales se desarrollarán los fundamentos para conocer las principales características de los materiales y específicamente aquellas que son deseables para la fabricación de dispositivos biomédicos. Desde el punto de vista de la mecánica se conocerán los conceptos básicos de la biomecánica del cuerpo humano. Los fundamentos en mecánica y materiales le permitirán, posteriormente, integrar saberes para desarrollar dispositivos enfocados a la rehabilitación de las funciones motoras del cuerpo humano.

Las actividades académicas relacionadas con la instrumentación biomédica brindarán el apoyo para conocer las características de los elementos electrónicos básicos, así como los fundamentos para comprender el comportamiento de los sistemas electrónicos tanto analógicos como digitales. Además, está área también brinda los fundamentos matemáticos para el estudio y procesamiento de señales en 2 dimensiones y 3 dimensiones. Desde el enfoque de la informática médica, se adquirirán las competencias para el desarrollo de herramientas de apoyo al diagnóstico médico y el desarrollo de sistemas informáticos para el manejo de grandes cantidades de información médica y desde la Biotecnología se conocerán los conceptos básicos de biología del cuerpo humano para implementar estrategias en el campo de la informática médica.

Además, las actividades académicas relacionadas con ingeniería clínica presentarán al estudiante herramientas metodológicas para saber identificar las necesidades tecnológicas, limitaciones y regulaciones aplicables a una institución que presta servicios de salud. Lo anterior le permitirá desarrollar las competencias para proponer e implementar planes para la gestión de la tecnología y el óptimo funcionamiento de las instituciones prestadoras de servicios de salud, desde un enfoque sustentable y sostenible.

Todos estos conceptos fundamentales adquiridos desde diferentes puntos de vista de la ingeniería darán el apoyo para llegar a la cúspide del programa: La formación profesional en Ingeniería Biomédica.

Formación Profesional en Ingeniería Biomédica: gracias a las actividades académicas de este grupo, el estudiante adquirirá las competencias para proponer, desarrollar e implementar desde sus conocimientos, soluciones a problemas reales. En este periodo de la formación se brindarán los conocimientos específicos desde cada uno de los énfasis, a saber: Ingeniería de rehabilitación, Instrumentación Biomédica, Biomateriales, Informática médica y Bioinformática,

Estas actividades académicas le presentarán al estudiante las metodologías y estrategias que se usan actualmente en la ingeniería para que finalmente pueda implementarlas en un proyecto con una propuesta real enfocada al mejoramiento de dispositivos o sistemas biomédicos existentes o al desarrollo de soluciones innovadoras.

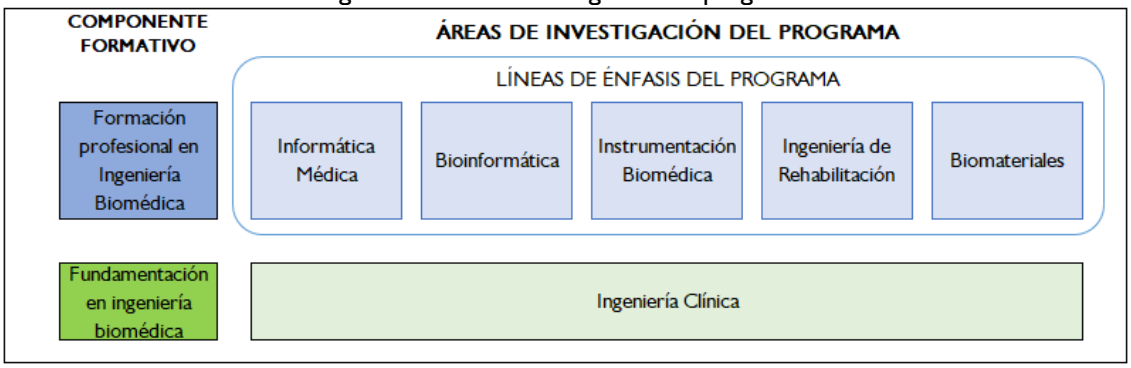
Formación Integral y Complementaria. Como parte del proyecto institucional y del modelo pedagógico de la Universidad, la formación complementaria se constituye en un eje fundamental para el desarrollo integral del Ingeniero Biomédico y complementa la formación técnica y científica que se brinda en los demás componentes. En formación complementaria se encuentran las actividades académicas orientadas a ampliar la formación del estudiante en las múltiples dimensiones del ser, como son: Cátedra UIS, las actividades académicas de lengua extranjera y Formación empresarial. A continuación, se describen estas actividades académicas:

- Cátedra UIS: Ofrece un espacio de análisis comprensión y apropiación dialógica del modelo de ciudadanía creado y asumido por la sociedad colombiana, en articulación con la identidad y el Proyecto Institucional de la Universidad (PI), con un enfoque retrospectivo (de dónde venimos) y prospectivo (hacia dónde vamos), que les permita a los estudiantes de primer nivel identificarse como herederos de un patrimonio educativo y cultural que reciben, y recrearán durante el proceso de formación y en el ejercicio de la futura profesión.
- Actividades académicas de lengua extranjera: para el desarrollo de las competencias comunicativas en lengua extranjera, en el plan de estudios se incluyen las actividades académicas de lengua extranjera: inglés, distribuidos en los niveles I, II, III y IV.
- Formación empresarial: permite al estudiante conocer el conjunto de acciones destinadas a mejorar la preparación y las competencias de los trabajadores en las empresas, entendiendo el mundo empresarial y las dinámicas que lo afectan.

Las actividades académicas que conforman cada uno de los cuatro componentes mencionados se estructuraron a partir de una amplia gama de disciplinas que, integradas, permiten que el estudiante además de desarrollar competencias disciplinares, desarrolle competencias de internacionalización e investigación.

Es así como el programa de Ingeniería Biomédica estableció seis (6) áreas de investigación que se abordarán durante el desarrollo del plan de estudios: un área transversal (Ingeniería Clínica) que cuyas competencias se desarrollan en las actividades académicas que hacen parte del componente formativo de Fundamentación en Ingeniería Biomédica; y cinco líneas de énfasis que se trabajan en el componente de formación profesional de las cuales el estudiante tiene la posibilidad de elegir, tal como lo muestra la Figura 6.

Figura 6. Áreas de investigación del programa



5. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El programa de Ingeniería Biomédica estableció seis (6) áreas de investigación que se abordarán durante el desarrollo del plan de estudios: un área transversal (Ingeniería Clínica) que cuyas competencias se desarrollan en las actividades académicas que hacen parte del componente formativo de Fundamentación en Ingeniería Biomédica; y cinco líneas de énfasis que se trabajan en el componente de formación profesional de las cuales el estudiante tiene la posibilidad de elegir.

A continuación se realiza una breve descripción de objetos de investigación en cada una de las áreas de la Ingeniería Biomédica que se abordan en el programa y las principales aplicaciones en las que se enfocaría el desarrollo de proyectos y producción intelectual.

Tabla 9. Líneas de Investigación del programa de Ingeniería Biomédica

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Objetivo de Investigación	Aplicaciones
E7	Informática Médica	Innovar e integrar tecnológicamente herramientas informáticas y sistemas de información que apoyen la gestión y toma de decisiones en el área clínica así como el avance de la	• Desarrollo de sistemas de administración de datos clínicos y de soporte de decisiones en ambientes clínicos. • Desarrollo de aplicaciones en telemedicina y telesalud • Desarrollo de Tecnologías informáticas para atención en salud

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Objetivo de Investigación	Aplicaciones
		telesalud y telemedicina.	• Mejora de la interoperabilidad de sistemas de información en salud. • Desarrollo de simuladores de educación biomédica
E7	Bioinformática	Aportar nuevos métodos, procedimientos y herramientas para la transformación y análisis computacional de datos que mejoren la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades soportado en el uso de las TIC.	• Modelamiento y simulación de proteínas • Interacciones de proteína y docking • Genómica computacional • Procesamiento computacional de datos ómicos • Estadística en Bioinformática • Variabilidad estructural • Bioinformática de Secuencias • inteligencia Artificial & Minería de Datos
E6	Instrumentación Biomédica	Mejorar los procesos de diseño y desarrollo tecnológico de dispositivos y sistemas tecnológicos que faciliten el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	• Desarrollo de técnicas avanzadas de análisis funcional y cuantitativo de imagen • Diseño de sistemas novedosos de amplificación de señales bioeléctricas. • Nuevos métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender señales e imágenes biológicas. • Identificación y control de sistemas fisiológicos. • Instrumentación de biosensores y modelación. • Iot en salud. • Desarrollar dispositivos biomédicos vestibles y personalizables
E5	Ingeniería de Rehabilitación	Analizar las técnicas y principios biomécánicos, de la ergonomía y la ingeniería para la evaluación y optimización de métodos y tecnologías de rehabilitación que restablecer o mejorar las funciones motoras, de comunicación, audición, visión y cognición perdidas.	• Análisis de la biomecánica del amputado • Robótica aplicada a la rehabilitación • Análisis de marcha y movimiento • Biomecánica y ergonomía • Herramientas tecnológicas de rehabilitación. • Ayudas tecnológicas para la discapacidad • Rehabilitación virtual • Ortésica y protésica
E8	Biomateriales	Mejorar los procesos y tecnologías aplicadas en el diseño y obtención de biomateriales diseño de materiales capaces de modular la respuesta biológica del tejido receptor para contribuir al desarrollo de sistemas de diagnóstico o tratamiento en el área médica.	• Comportamiento Mecánico de los Biomateriales. • Ingeniería de tejidos • Extracción de biopolímeros desde fuentes naturales. • Biomateriales cerámicos • Biomateriales poliméricos. • Biomateriales metálicos • Síntesis, caracterización y aplicación de biomateriales cerámicos • Diseño y fabricación de nanoestructuras bio-compatibles
E4	Ingeniería Clínica	Aportar nuevos procedimientos, modelos y sistemas para la gestión de la tecnología biomédica mejorando la eficiencia y eficacia de los procesos clínicos y la atención en salud.	• Gestión de tecnología en salud • Gestión de la innovación en salud • Gestión del conocimiento en salud • Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de Producción y Logística clínica

Fuente: elaboración propia

Las líneas de investigación que apoyarán la formación en el programa de Ingeniería Biomédica se soportan directamente en los grupos de investigación institucionales relacionados con el objeto de conocimiento del programa. La Tabla 10 muestra la asociación mencionada.

Tabla 10. Articulación de las líneas de investigación del programa de Ingeniería Biomédica con las líneas de los grupos de investigación UIS

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Grupo de investigación	Líneas de investigación relacionadas con el programa	UAA[3]
E7	Informática Médica	Biomedical Imaging, Vision and Learning Laboratory (BIVL2ab)	Adquisición de imágenes y problemas inversos Análisis de movimiento Representación de imágenes y aprendizaje automático	EISI
		Grupo de investigación en diseño de algoritmos y procesamiento de datos multidimensionales HDSP	Diseño de algoritmos computacionales Muestreo compresivo Percepción remota Procesamiento de datos multidimensionales	EISI
E7	Bioinformática	CICTA	Desarrollo de productos con Propiedades Nutricionales o de Salud	Química
		Biotecnología Industrial y Biología Molecular (CINBIN)	Bioinformática y modelización molecular	Biología
		Grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología (GIBIM)	Bioinformática	Química
E6	Instrumentación Biomédica	Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación (CEMOS)	Supervisión experta, automatización y control Desarrollo de prototipos Bioingeniería e Ingeniería Biomédica Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Optimización y Modelado	E3T
		Grupo de Investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales - CPS	Biomedical Image and Signal Processing Machine Learning Radiocommunications & IoT	E3T
E5		Energía y Medio Ambiente (GIEMA)	Ingeniería biomédica	EIM

[3] UAA: Unidad académico administrativa.
EISI: Escuela de Ingeniería de Sistemas de Informática
E3T: Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Telecomunicaciones
EIM: Escuela de Ingeniería Mecánica
EEIE: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
EDI: Escuela de Diseño Industrial
EMCM: Escuela de Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Macro-Competencia	Área de la ing biomédica	Grupo de investigación	Líneas de investigación relacionadas con el programa	UAA[3]
	Ingeniería de Rehabilitación	Grupo de Investigación Movimiento, Armonía y Vida (MAV)	Análisis del movimiento humano normal y alterado	Fisoterapia
		Interfaz	Bioforma, biomimética y biónica Ecodiseño y Materiales Sostenibles Interacción Hombre-Máquina (I-HM) New Product Development through Research and Development	EDI
E8	Biomateriales	Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales	Biomateriales Desarrollo Sostenible-Reciclado de Materiales Simulación de materiales	EMCM
		CIMBIOS (Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores)	Nanociencias, nanomateriales y nanotecnología Biotecnología Médica y Bioingeniería	Física
E4	Ingeniería Clínica	Ópalo Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos	Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de Producción y Logística - Logística Hospitalaria	EEIE
		Innotec	Gestión de la Tecnología Gestión de la Innovación Gestión del Conocimiento	EEIE

La multidisciplinariedad de la Ingeniería Biomédica se observa en la variedad de Escuelas que apoyarán la investigación en el programa. Además de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, a la cual se encuentra adscrito el programa, 8 escuelas de 3 facultades diferentes ofrecen grupos con líneas de investigación que permiten el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes investigativas en los estudiantes de Ingeniería Biomédica UIS relacionadas con cada una de las áreas de la Ingeniería Biomédica.

6. PROFESORES

Los profesores que darán soporte al desarrollo del programa de Ingeniería Biomédica dada su formación, experiencia e interés en el desarrollo de programas innovadores en la Universidad se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 11. Profesores UIS de soporte ela programa

Profesor	Formación	Tipo de vinculación	Unidad Académico - Administrativa
Lola Xiomara Bautista Rozo	Doctora en Automatización y Procesado de Señal e Imagen	Planta	Escuela de Ingeniería de Sistemas
Fabio Martínez Carrillo	Doctor en Ingeniería	Planta	Escuela de Ingeniería de Sistemas
David Alejandro Miranda Mercado	Doctor en Ciencias Químicas	Planta	Escuela de Física
Natalia Rocío Moreno Castellanos	Doctora en Ciencias Básicas Biomédicas	Planta	Departamento de Ciencias Básicas

Profesor	Formación	Tipo de vinculación	Unidad Académico - Administrativa
Diego Fernando Villegas Bermúdez	Doctor en Ingeniería Mecánica	Planta	Escuela de Ingeniería Mecánica
Octavio Andrés González Estrada	Doctor en Ingeniería Mecánica	Planta	Escuela de Ingeniería Mecánica
Ana Beatriz Ramírez Silva	Doctora en Ingeniería Electrónica	Planta	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Jorge Villamizar Morales	Doctor en Ciencias Aplicadas	Planta	Escuela de Matemáticas
Jorge Eduardo Quintero Muñoz	Especialista en Telecomunicaciones	Cátedra	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Fuente: elaboración propia

Para la vinculación de los demás profesores al programa se tendrá en cuenta que éstos deben tener formación posgraduada en el área de la Ingeniería Biomédica, además de experiencia en por lo menos una de las áreas de énfasis definidas.

7. MEDIOS EDUCATIVOS

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una biblioteca ubicada en el campus central y la biblioteca de la Facultad de Salud, ambas dotadas con material bibliográfico actualizado en formato de papel y una colección importante de recursos electrónicos de alta calidad que abarcan todas las áreas del conocimiento: áreas de ciencias, ciencias biomédicas, tecnología, ciencias humanas, e ingenierías.

También están a disposición del programa los recursos tecnológicos, de comunicación, información y audiovisuales del campus principal, sede Guatiguará, CENTIC, y específicamente los asignados a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

8. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

La Universidad Industrial de Santander posee una planta física que le permite desarrollar las funciones sustantivas y procurar un entorno de bienestar para toda su comunidad. En el área metropolitana de Bucaramanga, la infraestructura física está constituida por el campus central, la Facultad de Salud, UIS-Bucarica, UIS-Guatiguará y UIS-Floridablanca que está próxima a entrar en funcionamiento; adicionalmente, tiene sus sedes regionales ubicadas en los municipios de Barbosa, Málaga, Socorro y Barrancabermeja.

Para el programa de Ingeniería Biomédica, específicamente, la mayor parte de las actividades se desarrollarán en el Campus Floridablanca. La sede Floridablanca cuenta con una edificación de 14 mil m^2 conformada por 27 aulas de clase, siete (3) salas de informática, nueve (9) laboratorios, una (1) cafetería, un (1) auditorio con capacidad para 126 personas y una (1) biblioteca con acceso independiente para facilitar el ingreso de la comunidad local. La sede cuenta con todos los servicios que garantizan que el proceso de formación se realice con los mismos estándares de la sede principal. Los espacios de coworking ubicados en cada piso son una característica que identifica esta edificación, permitiendo el trabajo individual o en grupo de los estudiantes y profesores. En lo referido a los espacios de laboratorio, 5 cuentan con disponibilidad de conexión

de agua y gas para complementar las prácticas de laboratorio que requieran implementar los estudiantes del programa. Como parte del programa de Bienestar Estudiantil, se cuenta con una zona en el primer piso para la oficina de bienestar donde se disponen de oficinas para servicios de orientación estudiantil. Igualmente, una sala para el descanso de profesores de cátedra. Asimismo, se cuenta con espacios en los pisos 2,3 y 4 para el funcionamiento administrativo de la sede.

Para el desarrollo del programa de Ingeniería Biomédica se cuenta con herramientas y plataformas tecnológicas institucionales que facilitan y soportan los procesos pedagógicos síncronos y asíncronos, así como el trabajo independiente y colaborativo del estudiante, como son Moodle, COMA, Jupyter Notebook, Zoom, Microsoft Teams, VC EXPRESSO y servicios de almacenamiento en la nube.

Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Biomédica

ALEXANDRA CORTES AGUILAR <alexacor@uis.edu.co>

Mié 21/06/2023 19:17

Para:**Consejo-Academico <consejo-academico@uis.edu.co>**

CC:DIRECCION PLANEACION <dirplan@uis.edu.co>;Planeación Académica (1) <plan.academica1@uis.edu.co>;PLANEACION <planacre@uis.edu.co>

8 archivos adjuntos (9 MB)

3. Aparte acta_No_08_2023_CE_Aprobacion PEP_INGENIERÍA BIOMÉDICA.pdf; 4. Aparte_Acta_No_07_marzo_2_2023_Ingenieria biomedica.pdf; 5.PEP_Ing_Biomedica_2023_V3_ConAnexos_Jun21.pdf; 6.ResumenEjecutivo_Ing_Biomedica_2023_Jun21.pdf; 1. Concepto ing biomédica final.pdf; 2a. Concepto final Cededuis Mayo 2023.pdf; 2b. 2das observaciones Cededuis.pdf; 2c. 1as observaciones Cededuis.pdf;

Honorable
CONSEJO ACADÉMICO
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga

Respetadas consejeras y consejeros, reciban un cordial saludo.

En la sesión del día 30 de mayo de 2023, el Consejo Académico revisó la propuesta de creación del programa de Ingeniería Biomédica y como producto de su evaluación decidió aplazar la aprobación del PEP de Ingeniería Biomédica para que fuese incluido el ciclo común de ingenierías aprobado en el Acuerdo No.219 de 2023 del Consejo Académico y se declarara de forma específica la mediación TIC en actividades académicas del componente de formación profesional y de ingeniería.
Siguiendo las indicaciones del Consejo Académico, en la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática se procedió al ajuste del PEP con la inclusión del ciclo básico antes referenciados considerando el diseño previo, en especial el plan de estudio.
A continuación, se presenta el ciclo común vigente y posteriormente la forma como se acoge en el programa de Ingeniería Biomédica.

Tabla 1. Actividades académicas del ciclo común

ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS	NIVEL
Cálculo en función de una variable	4	I
Cálculo en función de varias variables	3	II
Introducción al Álgebra lineal	3	I
Ecuaciones diferenciales	3	III
Química para ingenieros	3	I
Mecánica	3	II
Laboratorio Mecánica	2	III
Electromagnetismo*	3	III
Laboratorio de electromagnetismo*	2	IV
Oscilaciones y ondas mecánicas*	3	IV
Laboratorio de Oscilaciones y Ondas Mecánicas*	2	V
Oscilaciones y ondas electromagnéticas*	3	V
Laboratorio de Oscilaciones y ondas electromagnéticas*	2	IV
Dibujo paramétrico	3	II
Fundamentos de Analítica de Datos	3	IV

*Asignaturas opcionales dependiendo del perfil de formación de cada programa de ingeniería.

Luego del trabajo de armonización del PEP con el ciclo común, desde la Escuela se propone que el programa de Ingeniería Biomédica incorpore en su componente de *Fundamentación en ciencias* las siguientes actividades académicas:

Tabla 2. Inclusión de actividades académicas al PEP de Ingeniería Biomédica.

ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS	NIVEL
Cálculo en función de una variable	4	I
Cálculo en función de varias variables	3	II
Introducción al Álgebra lineal	3	I
Ecuaciones diferenciales	3	III
Mecánica	3	II
Laboratorio Mecánica	2	III
Electromagnetismo	3	III

Las actividades académicas de "Química para ingenieros" y "Dibujo paramétrico" no fueron incluidas teniendo en cuenta que el programa ya cuenta con las actividades académicas de "Bioquímica" y "Modelado asistido por ordenador CAD", que desarrollan con mayor profundidad las competencias allí propuestas, respectivamente.
Tampoco fue incluida la actividad académica "Fundamentos de analítica de datos" dado que el programa, para su línea de Informática médica y Bioinformática, desarrolla ampliamente las competencias allí consideradas.
La segunda indicación del Consejo Académico estaba relacionada con que el programa declarara de forma específica la mediación TIC en actividades académicas del componente de formación profesional y de ingeniería. En respuesta a esa indicación, el programa modifica la mediación en 15 actividades académicas, quedando el programa con una distribución de sus HIP de la siguiente manera:

Tabla 3 Distribución de HIP del programa de Ingeniería Biomédica

HIP			
FÍSICA		EN LÍNEA	
Teóricas	Prácticas	Teóricas	Prácticas
67	63	32	0
80,2%		19,8%	

Considerando las especificidades propias del PEP del programa de Ingeniería Biomédica y además que para su diseño no se contaba con el actual ciclo común de las ingenierías, desde Planeación se considera que el ajuste propuesto se adecúa a las indicaciones formuladas por el Honorable Consejo Académico.

Se adjuntan los siguientes documentos:

1. Concepto de Planeación creación Ingeniería Biomédica
2. 2a. Concepto final Cededuis
   2b. Observaciones Cededuis
   2c. 2das Observaciones Cededuis
3. Aparte Acta No. 08 Consejo de Escuela
4. Aparte Acta No. 07 Consejo de Facultad
5. PEP Ingeniería Biomédica
6. Resumen Ejecutivo Ingeniería Biomédica

Cordialmente,

Alexandra Cortés Aguilar
Directora
Planeación
PBX: +57 (607) 634 4000 ext. 2114
Campus Principal

Carrera 27 Calle 9
Bucaramanga, Colombia
www.uis.edu.co



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
CONSEJO DE ESCUELA (Aparte)
Acta No. 8

FECHA:	27 de febrero de 2023
HORA:	4:00 p.m.
LUGAR:	Sala de Juntas LP 339

ASISTENTES:

Prof. Lola Xiomara Bautista Rozo	Directora de Escuela
Prof. Sonia Cristina Gamboa Sarmiento	Coordinadora de Posgrados
Prof. David Edmundo Romo Bucheli	Representante de los profesores
Est. Daniel Eduardo González Sánchez	Representante de Estudiantes de Pregrado
Est. Gustavo Adolfo Garzón Villamizar	Representante de Estudiantes de Posgrados

ORDEN DE LA REUNIÓN:

1. LECTURA DE ACTAS
2. ASUNTOS DE PREGRADO
3. ASUNTOS DE POSGRADOS
4. ASUNTOS DE ESCUELA

DESARROLLO:
.//.

4.ASUNTOS DE ESCUELA

4.2. APROBACIÓN DEL PEP DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

El Consejo de Escuela estudió el documento del Proyecto Educativo del programa de Ingeniería Biomédica, encontró que es viable y pertinente, además que cumple con las condiciones de calidad exigidas en la reglamentación institucional y nacional. Por lo tanto, APRUEBA su contenido y lo remite al Consejo de Facultad para su trámite.

En constancia firma,

Lola Bautista

Lola Xiomara Bautista Rozo
Directora de Escuela
Presidenta del Consejo de Escuela