



PROYECTO EDUCATIVO
DE PROGRAMA

PEP

**PROGRAMA DE
BIOINGENIERÍA**

Santiago de Cali, Febrero 2019



FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
PROGRAMA DE BIOINGENIERÍA

¹ *Bureau of Labor Statistics, 2007*). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)



TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i>	4
1. <i>ASPECTOS GENERALES DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI</i>	4
2. <i>ANTECEDENTES DEL PROGRAMA ACADÉMICO</i>	6
Misión del Programa	7
Visión del Programa	7
Objetivo General del Programa	7
Objetivos específicos	7
3. <i>PROPÓSITOS DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA</i>	7
4. <i>COMPETENCIAS</i>	8
5. <i>ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PROGRAMA</i>	10
6. <i>MODELO PEDAGÓGICO</i>	14
7. <i>EVALUACIÓN</i>	15
8. <i>BIBLIOGRAFÍA</i>	16

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)



INTRODUCCIÓN

El PEP del Programa de Bioingeniería se ha formulado en concordancia con el Proyecto Educativo Institucional de la Universidad, además alinea su misión, visión, principios, metas de formación, desafíos, estrategias y acciones con los formulados en el Plan de Desarrollo Institucional 2014-2024.

El presente Proyecto Educativo del Programa (PEP) de Bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali, se ha formulado mediante la participación del colectivo de Profesores de Tiempo Completo y Dedicación Exclusiva adscritos al Programa, como producto de la socialización, discusión y análisis del papel actual del Bioingeniero a nivel local, regional, nacional e internacional, bajo el contexto de la Universidad Santiago de Cali y el desarrollo histórico del Programa mismo

1. ASPECTOS GENERALES DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

La Universidad Santiago de Cali se crea en 1958, según Acta de fundación firmada el 16 de octubre de 1958, como iniciativa de un grupo de 36 abogados, con el propósito de ofrecer a la ciudad de Santiago de Cali y a la región una propuesta académica que significara la oportunidad de formarse profesionalmente en el área del Derecho; se crea como la primera Escuela de Derecho de la ciudad para convertirse más tarde en la Universidad Santiago de Cali, con personería jurídica otorgada por el Ministerio de Justicia, mediante la Resolución No. 2800 del 02 de septiembre de 1959 y reconocida como Universidad por Decreto No. 1297 de 1964 emitido por el Ministerio de Educación Nacional.

Su variada oferta académica y su ubicación estratégica en una región de privilegio, la

convierten en la segunda más importante opción académica de la región pacífica del país y la primera de carácter privado, por su número de programas y población estudiantil. La Universidad a lo largo de su historia ha contribuido al desarrollo regional y nacional, entregando más 66.660 egresados quienes han aportado su profesionalismo en los distintos campos de su desempeño.

La USC cuenta con siete (7) facultades en las disciplinas de Ciencias Básicas, Comunicación y Publicidad, Económicas y Empresariales, Derecho, Educación, Ingeniería y Salud, 84 programas de grado, que incluyen: 41 programas profesionales, 11 programas tecnológicos y técnicos profesionales, 23 especializaciones, 9 maestrías, que en su sede en Cali y en la Seccional de Palmira, acogen a estudiantes provenientes de la capital vallecaucana y de su área de influencia que alcanza al Litoral Pacífico. Su población estudiantil perteneciente en su mayoría a los estratos 2, 3 y 4, constituye el referente humano de la vocación social que ha distinguido a la Universidad Santiago de Cali a lo largo de su historia.

La Universidad Santiago de Cali USC en su búsqueda de la excelencia académica ha venido desarrollando una serie de planes y acciones contemplados en su proyecto estratégico de Acreditación Institucional, con el fin de consolidar procesos de mejoramiento continuo que permitan posicionar una cultura de calidad en cada uno de sus frentes misionales. Hoy, como resultado de los procesos de autoevaluación y mejoramiento implementados a lo largo de la última década, la Universidad Santiago de Cali cuenta con el registro calificado de sus programas de grado y postgrado, de los cuales, (8) programas han obtenido Acreditación de Alta Calidad: Derecho, Licenciatura en Educación Preescolar, Licenciatura en lenguas

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

extranjeras, Contaduría Pública, Comunicación Social, Ingeniería Industrial, Química y Bioingeniería.

Así mismo el programa de Comunicación Social cuenta con Acreditación Internacional del Consejo Latinoamericano de Acreditación de la Educación en Periodismo (CLAEP) desde el 2014 y fue renovada por el periodo 2017 - 2023. Igualmente, el programa de Publicidad obtuvo su reconocimiento de acreditación internacional por parte del IAA International Advertising Association en julio de 2015, red de educación global en Publicidad que integra agencias, medios y universidades a nivel mundial.

Proyecto Educativo Institucional -PEI-

El Proyecto Educativo Institucional de la Universidad Santiago de Cali fue construido a partir de una rica y amplia discusión de todos los estamentos en foros, asambleas y conversatorios, consolidando un documento que luego sería debatido y aprobado en el Consejo Superior mediante el Acuerdo CS-03 de abril 2 de 2003 . Posteriormente, entre los años 2013 y 2014, en el marco de la discusión y la elaboración del Plan Estratégico de Desarrollo Institucional - PEDI, 2014-2024 (Anexo C1.5), se ajustaron la Misión, Visión y Principios del PEI, los cuales fueron ratificados el 5 de noviembre de 2014, mediante Acuerdo CS 11 del 5 de noviembre de 2014.

El PEI establece la vinculación entre los fines y los objetivos institucionales, la orientación cotidiana de sus acciones, los compromisos con la sociedad, la ciencia y la cultura, apoyados en la pertinencia de la investigación y de la extensión. Desde esta perspectiva, el PEI es un planteamiento programático institucional que articula y le da sentido a la gestión universitaria a corto, mediano y largo plazo. Además, es un referente constante en

la estructuración de las propuestas formativas tanto de pre como posgrado, lo cual se evidencia en los perfiles establecidos en cada programa, en su estructura curricular, en los planes y programas que desarrolla la Universidad al servir de marco y orientación para el Plan Estratégico de Desarrollo y los planes de acción de las diferentes áreas de la organización.

Misión

Formar profesionales integrales, éticos, analíticos y críticos, que contribuyan al desarrollo sostenible y la equidad social, brindando para ello una educación superior humanista, científica e investigativa, con perspectiva internacional y criterios de pertinencia, calidad, pluralidad y responsabilidad social.

Visión

En 2024 la USC es una de las primeras universidades de docencia e investigación de Colombia, reconocida y referente por la alta calidad en sus funciones misionales, la pertinencia y relevancia de sus programas, el impacto social y el aporte al desarrollo con equidad de la región suroccidental, con un modelo educativo incluyente, centrado en valores humanistas, con perspectivas pedagógicas y curriculares de carácter global, fortalecida en sus procesos de internacionalización, con valiosas relaciones de cooperación y una administración basada en principios de buen gobierno.

Principios

Para cumplir con su Misión, la Universidad Santiago de Cali ha definido los siguientes principios:

- **Calidad.** La Universidad cumple sus funciones misionales y de apoyo, con criterios de excelencia y acorde con los

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

óptimos establecidos para el sector, apoyadas en una cultura de la autoevaluación y mejoramiento continuo.

- Democracia. La Universidad propicia la participación en el gobierno y orientación de los destinos de la misma, a través de mecanismos directos e indirectos, con igualdad de oportunidades, respetando la diversidad y pluralidad, la libertad de expresión, privilegiando el interés y bienestar general.
- Equidad. La Universidad promueve y propicia que las personas accedan a oportunidades, en condiciones justas e igualitarias, acorde con sus condiciones y posibilidades.
- Ética. La Universidad adelanta y promueve sus actividades enmarcadas en valores universalmente aceptados, con apego a la legalidad y legitimidad, con criterios de rectitud, transparencia en el manejo de los recursos y rendición publica de cuentas.
- Inclusión. La Universidad promueve el acceso a ella y sus servicios en igualdad de oportunidades, sin discriminación por orientación sexual, raza, condición socio económica, creencias religiosas, políticas o ideológicas, creando mecanismos para que quienes presenten algún tipo de limitación puedan tener también opciones, sin afectación grave de las competencias exigidas en cada caso.
- Derechos humanos. La Universidad se reconoce como una institución pluriétnica y multicultural, que promueve la tolerancia y el respeto a los derechos humanos, civiles, políticos, económicos, sociales, culturales.
- Responsabilidad social. La Universidad asume el cumplimiento de sus funciones

misionales, deberes y compromisos con criterios de prioridad del bien común, protección al medio ambiente, propiciando el mejoramiento de la calidad de vida dentro de la institución y en el entorno.

2. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA ACADÉMICO

En este documento se presentará inicialmente los antecedentes del programa, su concepción y propósitos, posteriormente se encontrará la estructura curricular, los contenidos de aprendizaje, el modelo pedagógico, las estrategias didácticas y el sistema de evaluación que se considera.

El programa de Bioingeniería fue creado por acta del Consejo Superior (CS) 026-CA 037 de 1995, con aprobación del ICFES 180546600607600111200 y registro SNIES de 1996, en la actualidad tiene registro calificado 10683 de Noviembre de 2011 (anexo 1.1)

En el periodo comprendido entre 1995 y 1998 la dirección del programa y su equipo administrativo y docente creó los lineamientos iniciales y desarrollos curriculares de la formación en Bioingeniería. En dicho periodo se destacan la definición de las líneas de profundización de Electromedicina y Medioambiente. A partir de la Resolución CA-05 de mayo de 2003, se aprueba la reforma del Programa, con duración de 10 semestres en jornada diurna, modalidad presencial tiempo completo dicha resolución autoriza al programa solicitar el registro calificado.

A partir del 19 de octubre de 2004, el programa obtiene su primer registro calificado con resolución No 3619 con 186 créditos (anexo 1.2), posteriormente logra la renovación en Noviembre de 2011 con Resolución No 10683 (anexo 1.3), estando

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

vigente con 165 créditos, distribuidos en 10 semestres que se cursan bajo modalidad de jornada mixta, su diseño curricular se ajustó a lo dispuesto por la Resolución CA009 del 23 de Agosto de 2017 de la USC, que determina los lineamientos pedagógicos y curriculares para programas de pregrado.

Misión del Programa

Formar profesionales integrales y cualificados, para desempeñarse en los procesos biomédicos y ambientales, comprometidos con el desarrollo sostenible y con proyección internacional en el campo de la Bioingeniería.

Visión del Programa

Para el 2024 el programa de Bioingeniería, será reconocido como un referente nacional de alta calidad en la educación superior, que responda a las necesidades biomédicas y ambientales, con recurso humano calificado e infraestructura física acondicionada con equipos y laboratorios de alta tecnología; nuestros egresados serán reconocidos por su competitividad, compromiso social y liderazgo.

Objetivo General del Programa

Formar profesionales integrales, competitivos y cualificados, con liderazgo y proyección social, que contribuyan al desarrollo de soluciones tecnológicas biomédicas y ambientales para el Mejoramiento de la calidad de Vida.

Objetivos específicos

- Desarrollar en el Bioingeniero competencias para la identificación, interpretación, análisis y solución de problemas de carácter científico, tecnológico en el campo biomédico y ambiental.

- Fortalecer la cultura de investigación para la solución de conflictos tecnológicos biomédicos y ambientales como aporte al desarrollo sostenible en la región.

- Formar profesionales integrales que contribuyan con su desempeño profesional a la equidad social con criterios de pertinencia, calidad y responsabilidad social

3. PROPÓSITOS DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA

El programa de Bioingeniería establece como propósito general formar profesionales integrales y competitivos, cualificados con liderazgo y proyección social, que contribuya al desarrollo de soluciones tecnológicas biomédicas y ambientales que tenga injerencia en las diferentes actividades económicas de la región, que propendan por el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el medio ambiente.

El programa de Bioingeniería en articulación con su propósito general y queriendo dar respuesta al contexto del sector salud en Colombia, busca formar profesionales que respondan a la problemática de los servicios de salud y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, mediante el diseño, administración y aplicación de tecnologías biomédicas y gestión de procesos ambientales.

El sector Salud en el mundo se ha venido fortaleciendo tecnológicamente cada día, queriendo dar respuesta a las necesidades de las poblaciones y propendiendo por el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, para ello se han generado algunas políticas desde la Organización Mundial de la Salud, como apuesta al desarrollo en la prestación de los servicios de salud y que desde el programa de Bioingeniería se busca articular dichos lineamientos y enfocar su formación profesional con pertinencia y

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

fundamentación teórica y prácticas que permita alcanzar el bienestar de las comunidades.

El desarrollo de formación profesional del Bioingeniero se orienta hacia la aplicación de procesos biomédicos y ambientales y en los que se integren valores éticos, sociales y humanos, que le permiten adquirir competencias, a través de las cuales puede dar respuesta a la necesidad global frente a la preservación de la salud y el medio ambiente.

El programa de Bioingeniería desde sus líneas de profundización en el ámbito biomédico y de gestión ambiental, busca orientar al estudiante al análisis crítico de situaciones en las que se ve afectado la salud, bienestar del individuo y su entorno, y que proponga soluciones tecnológicas que favorezcan el mejoramiento de las condiciones de vida atendiendo las dinámicas mundiales del desarrollo científico y tecnológico.

4. COMPETENCIAS

La Resolución 009 de 2017, en el artículo 20 define las competencias generales a formar en todos los estudiantes de pregrado de la Universidad para garantizar una formación académica básica e integral, y quedarán incorporadas en los cursos del componente General y profesional las siguientes:

- a) Identifica y entiende los contenidos locales que conforman un texto
- b) Comprende cómo se articulan las partes de un texto para darle un sentido global
- c) Reflexiona a partir de un texto y evalúa su contenido
- d) Comunica ideas por escrito referidas a un tema dado
- e) Analiza un tema desde perspectivas innovadoras, que complejizan los planteamientos de manera efectiva y establece claramente a qué se hace referencia en la argumentación.
- f) Elige un esquema apropiado para comunicar un planteamiento.
- g) Usa adecuadamente distintos mecanismos para dar cohesión a la exposición de sus ideas.
- h) La selección del lenguaje toma en cuenta el rol social del interlocutor y el propósito comunicativo de los escritos.
- i) Usa adecuadamente el vocabulario, con cierta elaboración del lenguaje mediante la integración de recursos estilísticos.
- j) Comprende y manipula representaciones de datos cuantitativos o de objetos matemáticos, en distintos formatos.
- k) Establece, ejecuta y evalúa estrategias que involucren información cuantitativa y objetos matemáticos.
- l) Justifica o dar razón de afirmaciones o juicios a propósito de situaciones que involucren información cuantitativa u objetos matemáticos.
- m) Reconoce y valora el contexto, la diversidad cultural, los derechos individuales y colectivos, entendiendo los grandes problemas contemporáneos, desde su desempeño profesional o académico.
- n) Comprende qué es la constitución política de Colombia y sus principios fundamentales.
- o) Conoce los derechos y deberes que la constitución consagra.
- p) Conoce la organización del estado de acuerdo con la constitución.
- q) Analiza y evalúa la pertinencia y solidez de enunciados-discursos.
- r) Reconoce y analiza la existencia de diferentes perspectivas en situaciones en donde interactúan diferentes partes.
- s) Comprende que los problemas y sus soluciones involucran distintas dimensiones y reconoce relaciones entre estas.
- t) Comunica de manera verbal y escrita información en el idioma inglés.

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

- u) Usa responsablemente los Medios y Tecnologías de la información y la comunicación (MTIC), comprendiendo las oportunidades, implicaciones y riesgos de su utilización.
- v) Plantea preguntas del campo profesional y las resuelve a través de la aplicación de las metodologías de Investigación.
- w) Manifiesta responsabilidad frente a los temas ambientales a partir de una cultura de prácticas que contribuyen al desarrollo sostenible.
- x) Actúa con liderazgo en los diferentes escenarios en donde se desenvuelve en el marco de los principios éticos profesionales.

Frente a las competencias del Campo Disciplinar se distinguen las que pertenecen al campo del conocimiento particular de la ingeniería como disciplina y aquellas que pertenecen al Campo Profesional del programa de Bioingeniería que se reconocen como competencias específicas.

Competencias Cursos de Facultad:

- Capacidad para comprender la naturaleza de la ingeniería.
- Capacidad para diseñar en Ingeniería.
- Capacidad para aplicar las matemáticas y las ciencias básicas en ingeniería.
- Capacidad para Identificar y Formular proyectos en Ingeniería.
- Capacidad para desempeñarse eficientemente en su formación integral y desarrollo profesional.

Tabla 1. Competencias específicas Programa de Bioingeniería

Competencias procedimentales (saber hacer)	Competencias cognitivas (saber)	Competencias actitudinales (ser)
Capacidad para diseñar, mejorar y adaptar tecnología biomédica y su infraestructura hospitalaria, contribuyendo a la solución de problemas relacionados con la salud, con criterios de calidad y seguridad.	Comprende el funcionamiento de los principios físicos, químicos y fisiológicos que sustentan las tecnologías biomédicas y su interacción con el paciente.	Asume la seguridad del paciente como principio fundamental de la atención sanitaria garantizando la confiabilidad de las tecnologías biomédicas.
Capacidad para planificar e implementar procesos de gestión de tecnología biomédica.	Comprende los procesos administrativos y la organización de los departamentos de gestión de tecnología hospitalaria en su contexto legal, de procesos y de infraestructura.	Valora adecuadamente los riesgos asociados a la tecnología biomédica desde los diferentes contextos legales, de procesos y de infraestructura.
Capacidad para la gestión y desarrollo de procesos ambientales que contribuyan a la solución de situaciones relacionadas con la salud y la contaminación	Capacidad para identificar, diagnosticar y resolver situaciones de contaminación de agua, aire y residuos sólidos por medio de la gestión ambiental.	Lidera con responsabilidad social procesos de aplicación de gestión ambiental en el mejoramiento de la calidad de vida y el entorno.

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

5. ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PROGRAMA

Lineamientos Pedagógicos y Curriculares que lo orientan

La Universidad ha definido unos lineamientos generales que le permiten estructurar sus propuestas formativas acorde con las tendencias de las disciplinas, de los campos profesionales, de las necesidades sociales y de su Proyecto Educativo Institucional. Estos lineamientos curriculares y pedagógicos, aprobados por el Consejo Académico buscan garantizar un marco general para que los programas diseñen sus currículos atendiendo a unos propósitos de formación, competencias a lograr, contenidos y metodologías, que respondan a fines, demandas y necesidades del entorno, todo ello enmarcado en nuestro PEI.

La Resolución del Consejo Académico 009 de 23 de Agosto de 2017, por la cual se definen los Lineamientos Curriculares y Pedagógicos de la Universidad, y las orientaciones pertinentes de carácter general que se deben tener en cuenta para el diseño y funcionamiento de los programas académicos. En la misma, se define el Currículo como la selección y organización de saberes y prácticas, provenientes de diversos campos, que responde a un contexto global de formación y se fundamenta en diferentes perspectivas sobre el individuo, la sociedad y el conocimiento.

A través del currículo los programas deben establecer los propósitos de formación, las competencias a lograr, los contenidos a desarrollar, las metodologías a seguir, el proceso de evaluación a aplicar; todo ello, acorde con el PEI.

La Estructura Curricular de los Programas Académicos de Pregrado de la Universidad Santiago de Cali, está soportada en los

principios de formación del Proyecto Educativo Institucional y se ajusta a la naturaleza y desarrollo de las disciplinas y a la lógica del proceso formativo de las mismas.

De acuerdo con lo expresado anteriormente la estructura curricular del programa de Bioingeniería de la USC está organizada siguiendo los lineamientos institucionales.

Fundamentación Teórica y Conceptual

La Ingeniería es el arte de aplicar la ciencia, las matemáticas y la creatividad para resolver problemas tecnológicos (Scott, 2004). Es una profesión interdisciplinaria que, a diferencia de otras áreas como la física o la filosofía, las cuales se orientan hacia su propio desarrollo, busca su aplicación fuera de sí misma (Valencia et al., 2009).

En particular, la Bioingeniería, también conocida en el mundo como Ingeniería de Sistemas Biológicos, Ingeniería Biotecnológica o Ingeniería Biológica, se basa en la aplicación de conceptos y métodos de la biología, física, química, matemáticas y ciencias de la computación para resolver problemas del mundo real relacionados con las ciencias de la vida. Su enfoque comprende la búsqueda de soluciones eficaces y eficientes mediante el uso de las metodologías de análisis y síntesis propias de la ingeniería (Pavlovic, 2015; Berger et al., 1996). Del mismo modo, su amplio espectro disciplinar le permite al Bioingeniero abordar problemas en campos de tecnologías bioambientales, biomédicas y bioprocesos (Bronzino, 2006; Pavlovic, 2015; Oregon State University, 2018).

Aunque la diferenciación entre la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica no suele ser clara, razón por la cual ambos términos son empleados de forma indistinta en muchas universidades del mundo, los campos

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

de desempeño laboral podrían agruparse en las siguientes categorías (Pavlovic, 2015):

- Ingeniería de bioprocesos: diseño de bioreactores, biocatálisis, bioseparación, bioinformática y bioenergía.
- Ingeniería biomédica: tecnología biomédica, diagnóstico biomédico, terapia biomédica, biomecánica y biomateriales.
- Ingeniería genética: biología sintética, transferencia horizontal de genes
- Ingeniería celular: ingeniería metabólica y de cultivo de tejidos
- Biomimética: el uso del conocimiento sobre sistemas vivos evolucionados para resolver problemas difíciles de diseño en sistemas artificiales.

Los Bioingenieros son capaces de trabajar en la interfaz entre las Ciencias de la vida y la Ingeniería, por lo tanto, las actividades de la Bioingeniería están estrechamente vinculadas al campo de la salud pública y el ambiente (OSU, 2018). Eventos científicos recientes como el *International Conference on Bioengineering on Health and Environment, ICBHE'17* que será desarrollado en Junio/2018 por el *Sathyabama Institute of Science and Technology*, también enfatizan y reflejan los principios de la Bioingeniería y su aplicación en la salud y el ambiente, con la creación de entornos favorables y saludables para la humanidad mediante la adaptación de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente (Hou Ching, 2018).

Teniendo en cuenta que la Bioingeniería tiene una aplicación directa sobre la salud pública, y ésta a su vez está fuertemente influenciada por el medio ambiente, resulta necesario contar con una serie de componentes formativos, provenientes del área ambiental. De esta forma, sería posible contribuir con la formación de ingenieros capaces no solo de diseñar, implementar e integrar tecnologías aplicables al área biomédica, sino también de evaluar los riesgos potenciales que la

aplicación de estas tecnologías podría producir en el entorno. En otras palabras, un conjunto de profesionales capaces de generar soluciones integrales a problemas del mundo moderno. Así lo han señalado el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina CONFEDI (2010, 2001) y la American Society for Engineering Education (Grinter, 1994), citados por Cornejo et al. (2013), quienes recomiendan que los futuros ingenieros deben proyectar y diseñar sistemas que tengan en cuenta factores ambientales, así como también económicos, de seguridad, de estética y de impacto social.

Bajo el panorama expuesto anteriormente, y articulados con la misión, visión y principios institucionales de la Universidad Santiago de Cali que reflejan el compromiso social y ambiental de la institución, las nuevas exigencias mundiales en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (PNUD, 2018) y las nuevas iniciativas de los hospitales verdes y saludables que reconocen la relación existente entre la salud humana y el medio ambiente (Rojas-Criollo, 2016), se sustentan las dos líneas de profundización del programa de Bioingeniería: biomédica y ambiental. Con base en esto, se busca que el Bioingeniero de la Universidad Santiago de Cali responda a las exigencias del medio laboral que actualmente demanda soluciones integrales y sostenibles, incluyendo aspectos ambientales, técnicos y sociales.

Considerando que uno de los escenarios de desarrollo profesional del Bioingeniero, es el contexto hospitalario, vale la pena resaltar que en la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables (2015) se indica que actualmente se está viviendo un momento de crisis en paralelo entre la salud pública y el deterioro ambiental, las cuales se fusionan una con otra, en una confluencia que magnifica el poder destructivo de cada una.

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

En dicha Agenda también se menciona que, paradójicamente, el propio sector de la salud contribuye a agravar los problemas de salud ambiental al tiempo que intenta afrontar sus consecuencias. Mediante los productos y las tecnologías que utiliza, los recursos que consume, los residuos que genera y los edificios que construye y administra; el sector de la salud constituye una fuente significativa de contaminación en todo el mundo y, por ende, contribuye sin quererlo a agravar las tendencias que amenazan la salud pública. De acuerdo con Rojas-Criollo (2016) resulta fundamental que los profesionales que intervienen en el sector salud, desde su formación universitaria, conozcan la temática ambiental, el enfoque de los hospitales verdes y promuevan el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El programa de Bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali, brinda al estudiante la formación teórico-práctica requerida para afrontar los nuevos retos que el mundo cambiante demanda, integrando en su quehacer profesional herramientas de la gestión ambiental que le permiten actuar con responsabilidad social y ambiental, reflejando en el medio externo los principios de su formación académica integral.

Para la formación de los estudiantes en las dos líneas de profundización, la estructura curricular del programa de Bioingeniería cuenta con 19 cursos obligatorios que contribuyen a la formación del estudiante en el área biomédica (equivalentes al 37% del total de créditos del programa) y 7 cursos obligatorios en el área ambiental (equivalentes al 4.5% del total de créditos). Adicionalmente el estudiante puede complementar su formación en cualquiera de las dos áreas, con 6 cursos electivos de profundización (equivalentes al 11.7% del total de créditos).

Cabe resaltar que las áreas biomédica y ambiental se integran de forma directa en el plan de estudios mediante cuatro (4) cursos obligatorios, ya contabilizados anteriormente, los cuales corresponden a los cursos de biología, química general, bioquímica y construcciones hospitalarias sostenibles. En general, puede afirmarse que el Bioingeniero de la Universidad Santiago de Cali cuenta con las competencias suficientes para articular los conocimientos de la ingeniería biomédica e ingeniería de bioprocesos (ambientales y biológicos) en los diferentes escenarios de desarrollo profesional.

Componentes

La estructura curricular de los Programas de Grado de la Universidad Santiago de Cali, toma en cuenta dos grandes Componentes: General y Profesional; donde en el segundo se proporciona la formación específica del programa y la común a la facultad.

La estructura curricular del programa de Bioingeniería cuenta con un total de 154 créditos, 51 cursos y 10 semestres.

Un crédito académico equivale a 48 horas de trabajo académico del estudiante, que comprende las horas de acompañamiento directo del docente y las horas de trabajo independiente que el estudiante debe dedicar a la realización de actividades de estudio, prácticas y otras que sean necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje.

Tabla 2. Componentes de Formación

Componente	Tipo de Curso	Cursos	Total créditos	Total cursos
GENERAL	Transversal	Razonamiento cuantitativo	3	1
		Constitución Política	2	1
		Inglés	12	4

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

Componente	Tipo de Curso	Cursos	Total créditos	Total cursos
		Total	17	6
PROFESIONAL	De Facultad	Básica ingeniería	3	1
		Matemáticas	21	7
		Física	8	2
		Investigación	9	3
		Electiva de área	3	1
		Total	44	14
	Específico	Básico bioingeniería	15	5
		Línea disciplinar biomédica	39	13
		Línea disciplinar ambiental	9	3
		Integración disciplinar	12	4
		Electivas profesionales	18	6
		Total	93	31

El Componente General lo conforman cursos transversales a los programas de la Universidad, consta de 6 cursos (Razonamiento cuantitativo, inglés I, II, III y IV y Constitución Política) y 17 créditos que representan el 11.04% del programa; son cursados durante los seis primeros semestres de estudios y establecen los cimientos para la formación académica, por tanto son los primeros pasos en la formación profesional y que integran los principios de interdisciplinariedad y movilidad estudiantil dentro de los programas de la Universidad.

El componente Profesional está compuesto por cursos comunes a la facultad y cursos específicos, los cuales integran las líneas de profundización del programa. En este componente se promueve la interrelación de las distintas disciplinas para su incorporación a los campos de acción o de aplicación propios de la Bioingeniería.

El componente de formación profesional consta de 45 cursos y 137 créditos que representan el 88.96% del programa y está

conformado por cursos especializados que contribuyen a la formación de valores, conocimientos, métodos y principios de acción en las áreas de Ingeniería necesarias para la actuación profesional del Bioingeniero de la USC. Este componente está inmerso en la mayor parte del plan de estudios, desde primero hasta el décimo semestre, y articula las líneas Biomédica y Ambiental.

PLAN DE ESTUDIOS

Tabla 3. Plan de estudios bioingeniería

S	C	Cursos
1	3	Biología
1	3	Matemáticas Fundamentales
1	3	Introducción a la Ingeniería
1	3	Algoritmos y Programación
1	3	Pensamiento Sistémico
2	3	Cálculo 1
2	4	Física y Laboratorio 1
2	3	Álgebra Lineal
2	3	Química General
2	3	Morfo Fisiología para Bioingeniería
3	3	Inglés 1
3	3	Cálculo 2
3	3	Bioquímica
3	4	Física y Laboratorio 2
3	3	Circuitos Eléctricos
4	3	Inglés 2
4	3	Ecuaciones Diferenciales
4	3	Estadística y probabilidad
4	3	Contaminación Hídrica
4	3	Electrónica Médica I
4	3	Fundamento de Materiales
5	3	Inglés 3
5	3	Matemáticas Especiales
5	3	Proyecto Integrador básico
5	3	Contaminación Atmosférica
5	3	Electrónica Médica II
5	3	Circuitos digitales
6	2	Constitución Política
6	3	Razonamiento Cuantitativo
6	3	Inglés 4
6	3	Residuos Sólidos
6	3	Instrumentación Biomédica I
6	3	Fenómenos del transporte en Bioingeniería
7	3	Sistemas de Control para Bioingeniería
7	3	Construcciones Hospitalarias Sostenibles
7	3	Gestión de proyectos
7	3	Sistemas Microprocesados

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

S	C	Cursos
7	3	Biomecánica
7	3	Instrumentación Biomédica II
8	3	Electiva de área
8	3	Electiva de Profundización I
8	3	Procesamiento de Bioseñales
8	3	Ingeniería Clínica
8	3	Diseño y Prototipado de Sistemas en Bioingeniería
9	3	Proyecto Integrador Profesional
9	3	Electiva de Profundización II
9	3	Electiva de Profundización III
9	3	Electiva de Profundización IV
10	3	Proyecto Integrador de Grado
10	3	Electiva de Profundización V
10	3	Electiva de Profundización VI

S=Semestre; C= créditos

Flexibilización para el desarrollo del programa

La flexibilidad en el programa de Bioingeniería se promueve a través de los siguientes puntos:

- La flexibilidad del currículo que se manifiesta inicialmente en la posibilidad que tiene el estudiante de construir dentro de la oferta de cursos, su propia trayectoria de formación a partir de sus aspiraciones e intereses, lo cual se materializa mediante la modalidad de matrícula por créditos, cursos sin pre y co-requisito, al igual, que cursos electivos de los diferentes campos de formación.
- Otro elemento que aporta a la flexibilización al currículo del programa de Bioingeniería es la disponibilidad de líneas de profundización en dos áreas importantes de la Bioingeniería: Ambiental y Biomédica; en éstas los estudiantes podrá elegir los cursos electivos de acuerdo a sus intereses.
- La estructura curricular propuesta, permite la movilidad interna, es decir, que el 11.04% de los créditos del plan de estudios corresponden al componente general garantizando el tránsito del estudiante hacia otros programas de la

universidad. De otro lado, el 28.57% de los créditos corresponde a cursos de facultad lo que permite la movilidad de los estudiantes entre los programas de la facultad de Ingeniería.

- De conformidad con las políticas institucionales establecidas en el Reglamento Estudiantil, el programa favorece la transferencia de estudiantes provenientes de otras instituciones a los cuales se les podría homologar hasta el 60% del plan de estudios.
- Selección de cursos y otras actividades de aprendizaje que pertenecen a otros programas o que ofrecen diferentes unidades académicas.
- El programa se articula con los programas de posgrado de la Facultad, mediante la modalidad de Trabajo de Grado de Cursos en programas de posgrados, los cuales permiten no solo que el estudiante realice el requisito de graduación, sino que también estimula su continuidad en el sistema de formación posgradual.
- El programa facilita la participación de los estudiantes en pasantías, práctica empresarial, como también promueve la participación en intercambios con instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional, siendo esta una posibilidad para afianzar los procesos de formación establecidos dentro del currículo.

6. MODELO PEDAGÓGICO

El programa de Bioingeniería en concordancia con el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad Santiago de Cali, fundamenta su quehacer en una concepción humanista integral de Estudiante, por lo cual reconoce su dimensión cognitiva, emocional, sociocultural y ética en el proceso de enseñanza y aprendizaje, propiciando el desarrollo de habilidades que le permitan aprender a lo largo de la vida de manera

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

autónoma posibilitando así su adaptación a diferentes contextos.

La formación en Bioingeniería de la Universidad se orienta hacia un proceso de aprendizaje y formación socializada, que busca la integración humana y social, el desarrollo de una actividad y capacidad de trabajo en equipo fundamentada en el respeto por los demás, buscando la convergencia hacia los siguientes objetivos:

- Fortalecer la cultura del trabajo en equipo.
- Orientar el componente práctico del aprendizaje a la solución de problemas reales del entorno.
- Fortalecer el sentido comunitario y social que motiven al estudiante a insertarse dinámicamente en el medio social y económico y a contribuir al mejoramiento de la calidad de vida y el medio ambiente.
- Fortalecer una cultura ecológica, con criterios de preservación de los recursos no renovables, procesos de producción más limpia y óptima utilización de la totalidad de los recursos con altos parámetros de calidad y productividad.
- Fortalecer la disciplina de actualización en nuevos conceptos y tecnología, de formación continua, del cultivo constante de su profesión y el aprendizaje permanente

Las estrategias de pedagógicas en el programa de Bioingeniería se encuentran centradas en el alumno, donde se orienta al aprendizaje de competencias profesionales pertinentes al contexto.

El programa de Bioingeniería ha asumido el constructivismo pedagógico como el modelo de desarrollo cognitivo que asume el aprendizaje como una construcción de cada alumno con miras a modificar su estructura mental, para que de esta forma pueda alcanzar un mayor nivel de diversidad, de

complejidad en dichas estructuras mentales, y por lo tanto de integración social, un aprendizaje que realmente contribuya al desarrollo del individuo en constante interacción humana.

El modelo pedagógico descrito se despliega hacia el diseño curricular basado en competencias, centrado en el estudiante como gestor de su propio desarrollo, investigador y generador de soluciones para contextos diversos. Se implementa atendiendo la normativa establecida por el Consejo Académico para el diseño curricular de programas y dentro de los lineamientos curriculares definidos para los tres grandes componentes de formación.

7. EVALUACIÓN

La evaluación se asume como una oportunidad de mejoramiento para el estudiante. Mediante la evaluación se determina el nivel de avance o dificultad del estudiante y el nivel de desarrollo de competencias desde lo cualitativo y lo cuantitativo enmarcados en la normatividad evaluativa y estándares de calidad para la educación superior.

El Artículo 45 del Reglamento Estudiantil define que las pruebas a presentar por los estudiantes pueden ser como se presentan a continuación

Tabla 4. Tipos de Pruebas

TIPO	DESCRIPCIÓN
PARCIALES	Corresponden al 60% del valor total de la nota
FINALES	Corresponde al 40% del valor total de la nota
SUPLETORIOS	Exámenes que se practican un estudiante que por razones plenamente justificadas no presentó las pruebas parciales o finales reglamentarias
HABILITACIÓN	Exámenes que se hacen para aquellos curso no aprobados
VALIDACIÓN	Examen para establecer si un estudiante tiene los conocimientos suficientes de un

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

	curso incluido en la malla curricular de un determinado programa
PROFICIENCIA	Examen que se aplica en cursos para los cuales la universidad desea determinar el nivel de conocimiento de los estudiantes

Fuente. Artículos 45 al 56 del Reglamento Estudiantil 2017

La evaluación tiene como fin determinar si el estudiante ha logrado el objetivo educacional que se ha propuesto, así como analizar las circunstancias y factores que inciden en su rendimiento académico.

Las evaluaciones que el profesor hace del rendimiento académico individual del estudiante en cada curso, se basan en un sistema de calificaciones numéricas que van desde Cero Punto Cero (0.0) a Cinco Punto Cero (5.0). Para la aprobación de cualquier curso, crédito o examen en la Universidad se exige una nota mínima de Tres Punto Cero (3.0).

La evaluación se basa siempre en criterios objetivos; por ello, la guía de procedimientos de evaluación se incluye en el Plan de Curso correspondiente y se da a conocer a todos los estudiantes al inicio del mismo.

La Evaluación del Trabajo Presencial y el Trabajo Independiente

El trabajo desarrollado por el estudiante se evidencia parte en el aula de clase y parte fuera de ella mediante el denominado “trabajo independiente” que corresponde a la estructuración de los créditos académicos donde se establece lo siguiente:

- Cursos Teóricos:** Son aquellos que enfatizan en la reflexión teórica en un campo del conocimiento y corresponde por cada hora presencial o de interacción presencial entre profesor y estudiante, dos horas de trabajo independiente.
- Cursos Teórico - prácticos:** Son aquellos que propician la articulación de la teoría y

la práctica en un campo del conocimiento y corresponde por cada dos horas presenciales, una hora de trabajo independiente.

- Cursos Prácticos:** Son aquellos que enfatizan en la aplicación de los conocimientos teóricos en un campo de conocimiento, bajo el acompañamiento del profesor y corresponde por cada tres horas presenciales, cero horas de trabajo independiente

Las metodologías utilizadas por el programa para el desarrollo del trabajo independiente del estudiante incluyen talleres, preparación de exposiciones, lecturas, relatorías, mapas conceptuales, reportes de visitas académicas, uso de la plataforma virtual como apoyo a los cursos presenciales y el programa de monitorias donde estudiantes de semestres superiores asisten en el proceso de aprendizaje en diferentes áreas a otros estudiantes que así lo requieran.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Berger SA, Goldsmith W, Lewis ER. (1996) Introduction to Bioengineering, Oxford University Press: Oxford, New York.
- Bronzino JD (2006) *Biomedical Engineering Fundamentals. The Biomedical Engineering Handbook* (3rd Ed.), Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL.
- Cornejo, J., Santilli, H., Roble, M., Martín, A., Barrero, C., & Barbiric, D. (Agosto de 2013). Las cuestiones éticas y sociales en la formación del ingeniero. Tres estudios en de caso en Bioingeniería. 7. Obtenido de <http://www.ing.unrc.edu.ar>
- Hou, Ching T. (ed.) (2018). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* (2017). Call for papers: Application of Bioengineering on Health and Environment. Ching T. Hou (Ed.) Disponible <https://www.journals.elsevier.com/biocatalysis-and-agricultural-biotechnology>

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)

- Oregon State University (2018). Bioengineering. School of Chemical, Biological, and Environmental Engineering. Disponible: <http://cbee.oregonstate.edu/bioengineering>
- Pavlovic M. (2015) Bioengineering: A conceptual Approach, Springer: Swizerland.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Red Global de Hospitales Verdes y Saludables (2015). Objetivos de la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables. Disponible: <https://www.hospitalesporlasaludambiental.net/>
- Rojas-Criollo, S.M (2016). Hospitales reformando al mundo verde. Revista ciencia y cuidado, 13(2), pp 121-136.
- Scott, C.C. (2004). Engineering. The Gale Encyclopedia of Science. Ed. K. Lee Lerner and Brenda Wilmoth Lerner. Vol. 2. 3rd ed. Detroit: Gale, 2004. pp1481-1482.
- Valencia, A. Muñoz, L.D., Mejía, L.F., Restrepo, G. Parra, C.M., Ochoa, J. (2009). La interdisciplinariedad en ingeniería. Curso de biotecnología – Unidad II. Facultad de Ingeniería - Universidad de Antioquia. Disponible en: http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/htmls/Curso%20de%20biotecnologia%20y%20sociedad%20CIENCIAS%20SOCIALES/unidad%20II/interdisciplinariedad_ingenieria.pdf.

¹ Bureau of Labor Statistics, 2007). (Revista Ciencia y Cultura versión impresa ISSN 2077-3323 Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010 Artículos Originales Ingeniería biomédica Giovanni Gismondi Glave)