

PROSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE LA FORMACIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS

José Fernando López Quintero
Compilador



Fundación Universitaria
SAN MATEO

Editorial



Gestión y desarrollo de soluciones
tecnológicas y de ingeniería
para las organizaciones

PROSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE LA FORMACIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS

José Fernando López Quintero

Compilador

PROSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE LA FORMACIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS

© Félix Eduardo Sánchez Ardila - Engels Revuelta Licea
Ricardo Ceballos Garzón - Ana Julia Acevedo Urquiaga

COLECCIÓN LIBROS RESULTADO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto consolidación de la investigación Cod: DI2019-I-196-INST

Prólogo

Paulo Alonso Gaona García

Este libro ha sido evaluado por pares ciegos, cumpliendo con los criterios de selectividad, temporalidad, normalidad y disponibilidad propuestos por MINCIENCIAS

Recepción: Marzo 2019

Evaluación de propuesta de obra: Mayo de 2019

Evaluación de contenidos: Julio de 2019

Aprobación: Noviembre de 2019

PROSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE LA FORMACIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS

José Fernando López Quintero
Compilador

Félix Eduardo Sánchez Ardila - Engels Revuelta Licea
Ricardo Ceballos Garzón - Ana Julia Acevedo Urquiaga



Fundación Universitaria
SAN MATEO

Editorial

**CONSEJO SUPERIOR
UNIVERSITARIO**

Miembros fundadores

Rodrigo Ferreira Pinzón
Andrea Meza Ferreira
Carlos Sebastián Ferreira Osorio
Julián Orlando Ferreira Rondón
Luis Rodrigo Ferreira Díaz
María Janeth Díaz
Vivian Janeth Ferreira Díaz

Presidente

Carlos Orlando Ferreira Pinzón

Rector

Juan Carlos Cadavid Botero

Asesor Rectoría

Richard Rangel Martínez

Secretaria General

Melba Ferreira de Meza

Secretaria Consejo Superior

Liliana Tamayo Ortiz

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Vicerrectora Académica

María Luisa Acosta Triviño

Vicerrector Virtualidad

Luis Rodrigo Ferreira

Vicerrectora Gestión y Calidad

Vivian Janeth Ferreira Díaz

Vicerrectora de Servicios Académicos

Andrea Meza Ferreira

Decana Facultad Administración

Elizabeth Araque Elaica

Decana Facultad Ingenierías

Gloria Andrea Avelino

Director de Investigación

Ricardo Acosta Triviño

EQUIPO EDITORIAL

Coordinación de publicaciones

Raúl Antonio Cera Ochoa

Corrección de estilo

Paula Cabezas García

Diagramación

Leidy Johana Rojas Arévalo

Prospectiva de la gestión de la formación, ingeniería de sistemas / Félix Eduardo Sánchez Ardila ... [et al.] ; José Fernando López Quintero, compilador. -- Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo, 2019.

p. 92 – 24x17cm (Colección libros resultado de investigación)

ISBN 978-958-52522-2-6

1. Ingeniería de sistemas - Enseñanza superior I. Sánchez Ardila, Félix Eduardo II. López Quintero, José Fernando, comp. III. Serie

CDD: 629.895071 ed. 23

CO-BoBN-

Grupo de investigación



Gestión y desarrollo de soluciones
tecnológicas y de ingeniería
para las organizaciones

© **Editorial Universitaria San Mateo-**

Transversal 17 No 25-25

<https://www.sanmateo.edu.co/editorial.html>

Bogotá – Colombia

Noviembre de 2019

Bogotá

Made in Colombia

Cómo citar este libro

López, J. (Comp.) (2019). *Prospectiva de la gestión de la información. Ingeniería de sistemas*
Bogotá: Editorial Universitaria San Mateo.

Licencia Creative Commons - Atribución - Uso no comercial – Sin derivar

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en ninguna forma o por medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otro, sin previa autorización por escrito de la Coordinación de Publicaciones de la Fundación Universitaria San Mateo y de los autores. La Fundación Universitaria San Mateo no es responsable de los contenidos de los textos. Cada autor es enteramente responsable.

CONTENIDO

Prólogo7

Capítulo 1

Justificación del programa académico: elementos prácticos para su formulación.....9

Félix Eduardo Sánchez Ardila
Engels Revuelta Licea

Capítulo 2

Denominación del programa académico: elementos prácticos para su formulación.....28

Ricardo Ceballos Garzón
Ana Julia Acevedo Urquiaga

Capítulo 3

Aspectos curriculares del programa académico: elementos prácticos para su formulación.....53

Félix Eduardo Sánchez Ardila
Engels Revuelta Licea

Capítulo 4

Investigación del programa académico: elementos prácticos para su formulación.....74

Ricardo Ceballos Garzón
Ana Julia Acevedo Urquiaga

Prólogo

La obtención del registro calificado es un proceso obligatorio y habilitante para cada uno de los programas académicos en una institución de educación superior. Su vigencia se da por un periodo de siete (7) años, es único y está relacionado con la coherencia entre la naturaleza jurídica, tipología, identidad y misión institucional. Además, tiene en cuenta las distintas modalidades, como lo presencial, distancia, virtual, u otras formas que resulten de la integración en las modalidades anteriores.

La Fundación Universitaria San Mateo obtuvo el registro calificado 8033 del 17 de mayo de 2018 para el Programa de Ingeniería de Sistemas, así como los registros 7105 del 30 de abril de 2018 para el Programa de Tecnología en Desarrollo de Software y 7106 del 30 de abril de 2018 para el Programa de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos. En este sentido, cumplen con la normatividad establecida por el Decreto 2566 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), en un proceso donde existen diferentes etapas que van desde la construcción del documento maestro, hasta la visita por parte de los pares académicos.

Este proceso de verificación fue constructivo para la institución y cada uno de sus miembros, donde asumen el reto de cumplir con los requerimientos de calidad académica y pertinencia. Además, generó espacios de comunicación entre los diferentes entes universitarios, buscando fortalecer procesos administrativos y académicos que apuntan al reconocimiento y proyección de los programas académicos.

En consecuencia, se plantean unas condiciones de programa, por ejemplo, la denominación del programa y la infraestructura física y tecnológica. Así, en el presente libro que lleva por nombre Prospectiva de la gestión de la formación ingeniería de sistemas se abordan algunos aspectos relacionados con las condiciones de denominación, justificación, aspectos curriculares e investigación. Lo anterior, a partir del documento maestro presentado ante el MEN; su objetivo consiste en la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, así como Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas.

En cada uno de los capítulos se presentan aspectos relevantes; van desde estudios sobre la pertinencia y viabilidad en la solicitud del registro calificado, hasta el planteamiento del ambiente de investigación. Este texto ha sido resultado del proceso de elaboración de los documentos maestros (en cuanto a su redacción y contenidos); permite tener una referencia inicial para la construcción de futuros documentos maestros que conlleven a la estructuración de las condiciones de programa. Además, evidencia el cumplimiento en las condiciones de calidad, necesarias para renovar y modificar los registros calificados en programas académicos. En este caso particular, son programas de gran importancia para la sociedad; están relacionados con el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que directamente impactan la vida de las personas y cuya demanda actual exige la formación de profesionales calificados que participen en la solución de problemas generados en diferentes contextos.

Dr. Paulo Alonso Gaona García

Justificación del programa académico: elementos prácticos para su formulación

Félix Eduardo Sánchez Ardila ¹
Engels Revuelta Licea ²

¹ Director del programa de ingeniería de telecomunicaciones en la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: direccion.telecomunicaciones@sanmateo.edu.co

² Ingeniero industrial, Magister en dirección y administración de empresas, Gestor de sistemas integrados de gestión. Docente investigador junior por colciencias. Consultor de sistemas integrados de gestión en la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: elicea@sanmateo.edu.co

Resumen

La condición de justificación está relacionada con la pertinencia del programa, las oportunidades potenciales o existentes de desempeño y las tendencias del ejercicio profesional. El presente capítulo, realiza una revisión del estado actual de la formación en el área de conocimiento de la ingeniería de sistemas; las características que lo identifican; los aportes académicos y la coherencia con la misión y el Proyecto Educativo Institucional (PEI), tal como lo dictamina el Decreto 2566 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional (MEN). De acuerdo con lo anterior, se presentan algunos de los aspectos más importantes relacionados con la justificación y la forma en la que se estructura tal condición en el documento maestro presentado ante el MEN; con miras a la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas.

Palabras clave: Educación; programa; registro; ingeniería; sistemas.

Justificación

Las condiciones de programa pueden establecerse en relación con las características necesarias exigidas por la normatividad. Según el nivel de formación, dan cuenta de forma explícita de sus particularidades y su relación con la tipología, identidad y misión institucional. Además, se relaciona con la modalidad del programa: presencial, a distancia, virtual, dual u otro tipo de desarrollo relacionado con tales modalidades.

En el caso de la Fundación Universitaria San Mateo (FUSM), busca mantener una relación con instituciones que ofertan programas académicos afines, con la industria y el sector gubernamental. La justificación es referente a la pertinencia; en este sentido, se debe garantizar que los currículos estén actualizados y sigan las tendencias nacionales e internacionales propias de la disciplina.

El programa debe dar respuesta a las necesidades del contexto. De tal manera, contribuye al desarrollo del país. El objetivo es ofrecer oportunidades a los egresados para ejercer su profesión, de acuerdo con los referentes a nivel nacional e internacional.

Estudios realizados para obtener la renovación de registro calificado del programa

Para evaluar la pertinencia y la viabilidad de la solicitud del registro calificado, la FUSM realizó un conjunto de estudios, el cual constó de:

- Estudio de pertinencia del programa, con la participación de representantes del sector productivo [1].
- Estudio de seguimiento e impacto de los egresados del programa.
- Cartografía social del egresado del programa.
- Entrevista a profesionales destacados y representantes de gremios en el área de ingeniería de sistemas.

Por otra parte, de forma externa se consultaron los siguientes estudios:

- Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 [2].
- Plan de Desarrollo Distrital 2016-2020 [3].
- Revisión de Políticas Nacionales en Educación [4].
- Documento de Lineamientos de Política Pública (Versión Preliminar) [5].
- Primer Manifiesto Transformación Digital [6].
- Estudio de salarios y profesionales del sector de software y la Tecnología de la Información (TI) de Colombia (año 2016) [7].
- Colombia digital: maximizar el internet global y los datos para un crecimiento sostenible e inclusivo [8].
- Caracterización de las micros, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) colombianas en relación con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [9].

- Prospectiva laboral cualitativa para el sector TIC. Subsectores de servicios TI no relacionados con el desarrollo de software, infraestructura TI y hardware, contenidos digitales, desarrollo de software y telecomunicaciones [10].
- Caracterización del sector de teleinformática, software y TI en Colombia 2015 [11].

Necesidades actuales y futuras en relación con el programa

En lo que respecta a este apartado, vale la pena anotar que el campo de las TIC es uno de los más notables en cuanto a empleabilidad, desarrollo e importancia [12], [13], [14], [15]. En el caso de Colombia, la proyección es realizada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC); para el año 2018 la cifra fue de 44.000 personas en términos de empleabilidad [16]. En este sentido, se podrían seguir citando diferentes estudios con diferentes proyecciones. Sin embargo, es clara la necesidad en cuanto a la formación de ingenieros con conocimientos en las TIC.

De forma interna se realizó el estudio de pertinencia [1], en donde se concluye que la FUSM debe ser promotora de las competencias, por ejemplo, la certificación como prerrequisito para la graduación. “En el último año adicional a la práctica empresarial, sería muy bueno que los futuros egresados recibieran certificaciones acordes con sus intereses profesionales” (p. 22).

Dentro de las más requeridas se encuentran: JavaScript, Python, PHP; normas técnicas como ISO 27001, NTC, CMMI, CCNA, CCNP y CCIE; y desarrollo de aplicaciones.NET, PL/SQL.

El estudio de salarios del observatorio laboral de TI y Fedesoft muestra un aumento en el número de profesionales relacionados con la industria TI. Sin embargo, también presenta un aumento en el número de empleados en este campo (Figura 1) [17].

Ahora bien, las alternativas de empleabilidad en los egresados son diversas, por ejemplo, portales como TicJob y ZonaJobs ofertan cargos desde lo gerenciales, hasta labores operativas, lo que ha propiciado a la institución llevar a cabo los ajustes necesarios a sus diferentes programas con el objeto de adecuar su oferta.

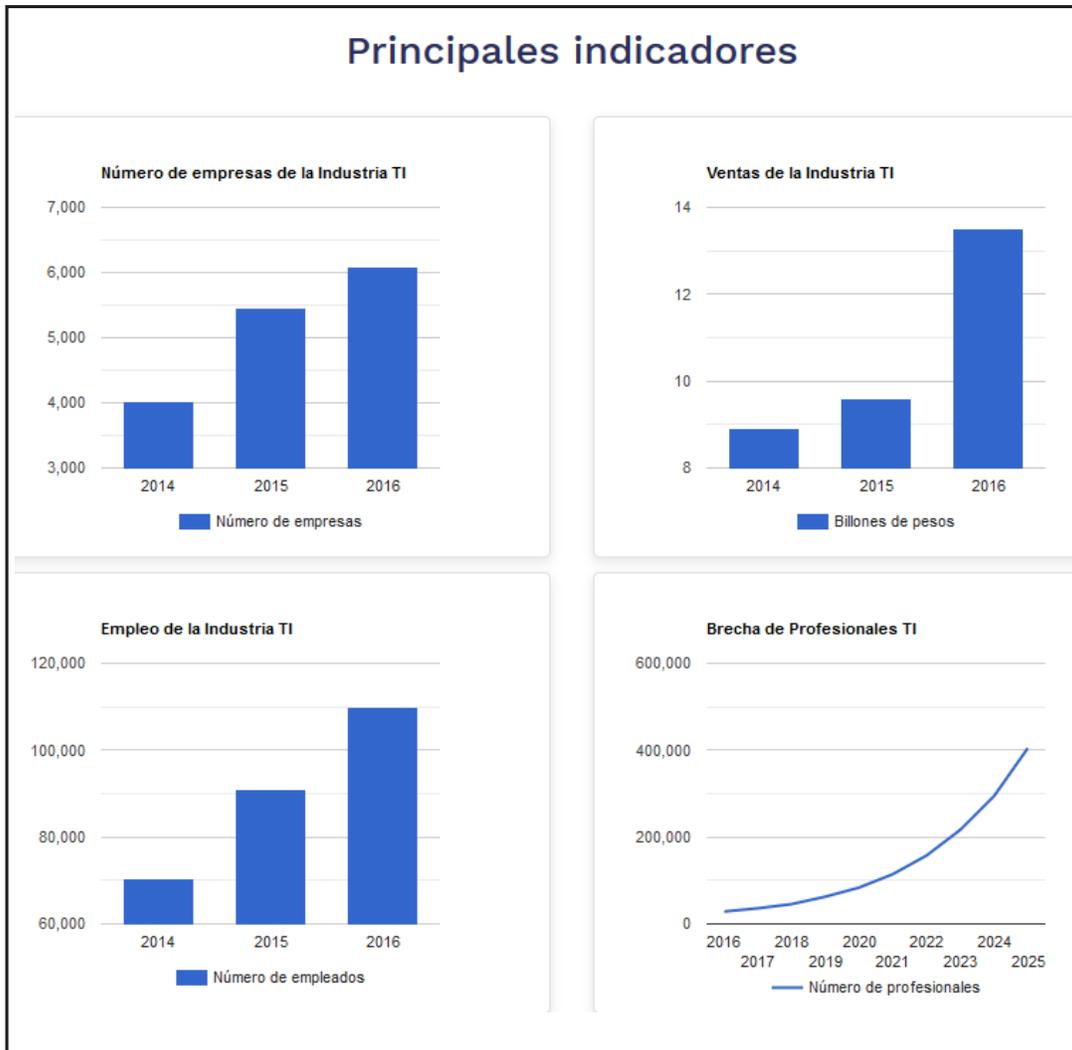


Figura 1. Principales indicadores de la industria TI [17].

También existe la normatividad direccionada a tales empleos; el Decreto 415 de 2016 (promulgado por la Presidencia de la República), adiciona el Decreto Único Reglamentario del sector de la Función Pública; el Decreto número 1083 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para el fortalecimiento institucional en materia de TIC [18].

En el Primer Manifiesto Transformación Digital [6] se analizan las tendencias con miras a realizar la prospectiva laboral para el sector TIC de forma cualitativa, tal como puede verse en la Figura 2, 3 y 4. . Esto permite dar cuenta de los cargos a ser requeridos por el sector de las TIC en los próximos años (Figura 5).

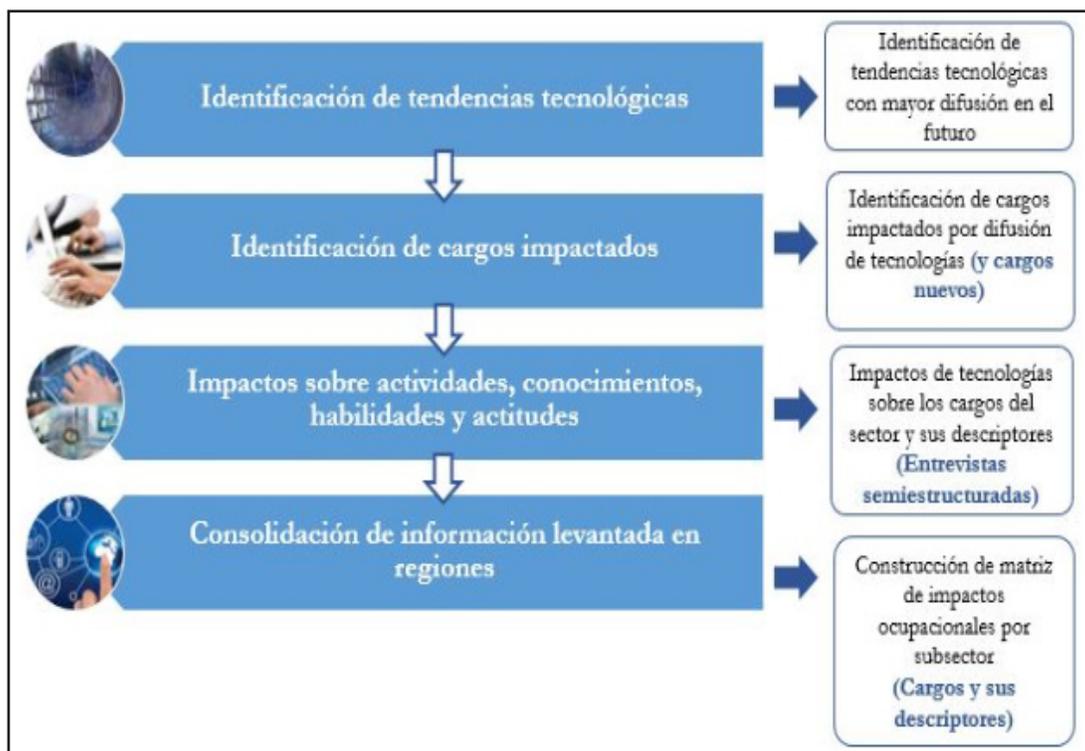


Figura 2. Metodología de prospectiva laboral cualitativa [2].

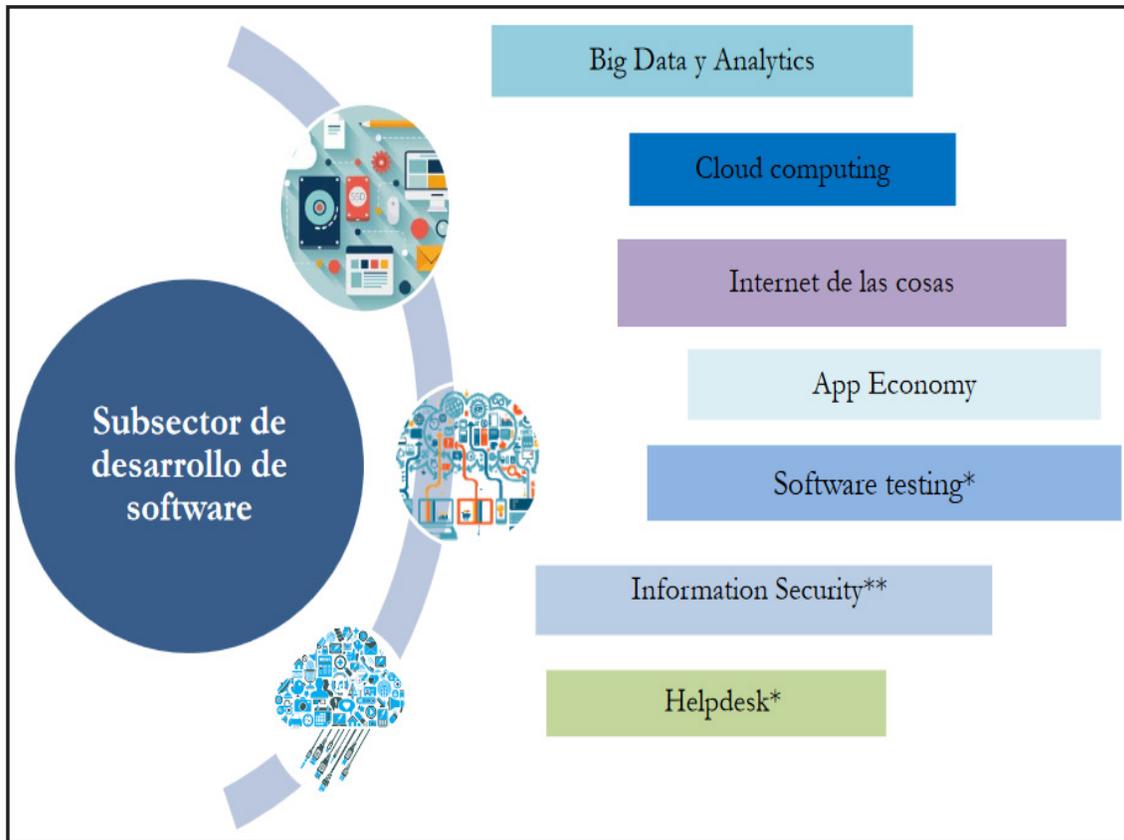


Figura 3. Resultados de grandes tendencias tecnológicas para el subsector desarrollo de software [2].



Figura 4. Resultados de grandes tendencias tecnológicas para servicios TI e infraestructura TI [2].



Figura 5. Resultados de grandes para ocupaciones/cargos que requerirá el sector TIC en los próximos años [2].

Otro referente es el primer Estudio de Transformación Digital en Colombia, el cual trata un tema tan importante como la situación de las empresas colombianas y el reto de la digitalización en los modelos de negocio, donde los datos son la base de su estrategia [19]. Por otra parte, en el Primer Manifiesto Transformación Digital se aborda el tema de la transformación digital y su relación directa con el sector de las TIC, por parte de las empresas, organizaciones y países en diferentes ámbitos [2]. Un último referente es Colombia Digital, la cual hace referencias del crecimiento económico del país y la disminución de la pobreza, además de cuál es el papel del internet y las tecnologías digitales para la mejora en los servicios prestados por entidades gubernamentales [21].

Caracterización de los estudiantes del programa

En la FUSM los estudiantes inician sus estudios superiores en el ciclo técnico. Sin embargo, también existen estudiantes de otros ciclos que han cursado estudios en otras instituciones con ofertas de programas similares. Así, se hace una transferencia externa según la normatividad del reglamento estudiantil.

En promedio, los resultados sobre la ubicación de la vivienda de los estudiantes que inician el primer ciclo del programa indican que un 9% vive en estrato socioeconómico uno; el 47% en estrato dos y un 15% en estrato tres. En menor medida están ubicados en otros diferentes. También se evidencia que se concentran principalmente en la localidad de Kennedy (20%), Bosa (16%), y Ciudad Bolívar (9%).

Una gran mayoría de los estudiantes trabajan como empleados; otros de forma independiente, en menor proporción; otra porción no registra su situación laboral. En términos de afiliación a servicios de salud, una gran mayoría cuenta con Entidades Promotoras de Salud (EPS), y una porción más pequeña cuenta con el Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (Sisbén). En relación con el pago del semestre, los estudiantes llevan a cabo diferentes formas de financiación.

Una gran parte de los estudiantes reciben financiación por parte de la institución; los restantes acuden a instituciones como el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (ICETEX) o los bancos. Sobre lo anterior no se presenta un registro cuantitativo por ser cifras que van cambiando continuamente semestre a semestre.

Estado de la formación a nivel local

Tal como se mencionó anteriormente, la oferta de programas relacionados con la ingeniería de sistemas y afines es bastante amplia. Para el caso de Bogotá, existen aproximadamente 40 programas de ingeniería de sistemas; 34 de estos cuentan con una metodología presencial, cuatro con metodología virtual y dos a distancia tradicional. En lo referente a los créditos académicos, el dominio está entre los 137, que es el caso de la Universidad de los Andes, y 182, como la Fundación Universitaria Panamericana y la Corporación Unificada Nacional.

No es difícil encontrar ofertas de tales programas, por ejemplo, la Universidad Católica de Colombia oferta el programa de ingeniería de sistemas y computación; el número de créditos es de 149 y la duración del programa es de diez (10) semestres académicos. Dentro de las características principales del programa están:

- Diseñar, desarrollar, evaluar y liderar proyectos informáticos orientados a soluciones de infraestructura de tecnología de la información y soluciones software.
- Desarrollar software según análisis técnicos, financieros y administrativos, dentro de marcos jurídicos y éticos [21].

En la Universidad Sergio Arboleda, el programa es titulado ingeniería de sistemas y telecomunicaciones. El número de créditos académicos es de 167 y la duración es de diez (10) semestres académicos. Dentro de las características principales del programa está su perfil de egresado:

- Administrador de bases de datos: enfocado en la implementación y diseño de un sistema de información para la gestión y el mantenimiento de la información.
- Administración y soporte de TIC y comercialización de Software, Hardware y Comunicaciones: mantenimiento y configuración de los diferentes equipos y programas [22].

La Universidad de los Andes, institución privada con gran reconocimiento a nivel nacional e internacional oferta el programa de ingeniería de sistemas y computación. El número de créditos académicos es de 137 y su duración es de ocho (8) semestres. Dentro de sus características diferenciadoras están:

- El programa ofrece al estudiante visión en las TIC como herramienta de desarrollo de su entorno.
- El programa ofrece a los estudiantes un currículo moderno y flexible.

Además, el programa está diseñado para que el estudiante seleccione el perfil profesional en el que desea profundizar: administrativo, matemático, técnico,

artístico o investigativo. Adicionalmente, el programa incluye espacios que permiten al estudiante, desde muy temprano en su carrera, explorar y elegir sus áreas de interés, mediante su propia elección en muchas categorías de materias [23].

La Universidad Cooperativa de Colombia, oferta el programa titulado Ingeniería de Sistemas; el número de créditos académicos es de 179 y la duración es de diez (10) semestres académicos. Dentro de sus características principales está:

- Un fuerte y decidido enfoque al diseño, implementación y administración de sistemas que se soportan en base de datos, con tres (3) cursos en semestre seguidos: creación de base de datos, gestión de base de datos y concluye con minería de datos, que por supuesto se enfoca en grandes cantidades de datos. Así, completa un exhaustivo recorrido académico por el área.
- La profundización de los conocimientos y elementos de competencia en la cadena de producción de software, específicamente en la etapa diseño del software. Agrega los esenciales cursos de algoritmia y programación con dos (2) cursos en semestre seguidos: diseño (orientado a objetos) y patrones de diseño (orientado a objetos) [24].

Por último, se presenta el programa de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Nacional de Colombia, una de las instituciones públicas con mayor reconocimiento a nivel nacional e internacional. Su número de créditos académicos es de 165, la duración de diez (10) semestres académicos y se caracteriza por:

El programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Nacional de Colombia ha sido reconocido en el grupo de los mejores programas en el año 2008, con la acreditación de alta calidad otorgada por un término de 8 años y la Orden a la Educación Superior y a la Fe Pública “Luis López de Mesa” conferida [25].

Se podría seguir enumerando una gran cantidad de programas con sus características, sin embargo, no es el objetivo de este documento. Ahora bien, lo anterior da cuenta de ciertos aspectos comunes de la justificación de tales programas, lo cual permite tener referentes de interés en cada uno de los diferentes aspectos que constituyen la estructura de los programas académicos.

De acuerdo con la formación por ciclos propedéuticos, existen ocho (8) ejemplos de instituciones que ofertan el programa de ingeniería de sistemas: dos (2) en la modalidad virtual y los restantes en modalidad presencial. Además, el dominio en el número de créditos académicos está entre 167 y 182, en tanto que la duración del semestre va de nueve (9) a 11 semestres. Así, se destacan las siguientes instituciones y sus programas asociados en ciclos propedéuticos:

- Fundación Universitaria Unipanamericana: oferta el programa de ingeniería de sistemas. Su duración es de 11 semestres [26].
- Corporación Tecnológica Industrial Colombiana: oferta el programa de ingeniería de sistemas. Su duración es de nueve (9) semestres [27].
- Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central: oferta el programa de ingeniería de sistemas. Su duración es de 11 semestres [28].
- Fundación de Educación Superior San José, Institución Tecnológica: oferta el programa de ingeniería de sistemas. Su duración es de nueve (9) semestres [29].

Las instituciones citadas anteriormente, al igual que la FUSM, cuentan con los ciclos técnico y tecnológico, que conducen posteriormente al nivel universitario. Por tanto, es clara la convergencia de las instituciones hacia el programa de ingeniería de sistemas; aún con programas cuya titulación va desde ingeniería de sistemas y computación, ingeniería de sistemas e informática, hasta ingeniería de sistemas y telecomunicaciones.

A nivel nacional, existen aproximadamente 23 programas en ciclos propedéuticos y afines a los presentados anteriormente, la gran mayoría en Bogotá, Medellín, Pereira, Cartagena, Montería, Sincelejo y Bucaramanga. Por otro lado, el dominio en el número de créditos abarca desde los 137 hasta los 209 créditos académicos. Cuentan con un patrón particular: la tendencia en el aumento del número de créditos para los programas por ciclos propedéuticos; en cuanto a la duración, el dominio en tiempo va desde los nueve hasta los once semestres académicos. Finalmente, en relación con las tendencias, las líneas de profundización están en el campo de desarrollo de software, la generación de contenidos, la gestión de recursos informáticos y demás tópicos relacionados.

Estado de la formación a nivel internacional

A nivel internacional la oferta es tanto amplia como diversa. Va desde Sur América, Centro América y en Europa (con España como referente). A continuación, se presentan algunos de los programas en las diferentes instituciones de educación superior internacionales escogidos mediante una búsqueda simple y sin tener en cuenta ningún tipo de ranking, más bien en términos de buscar referentes diversos.

- Universidad Nacional de la Rioja: cuenta con el programa de Ingeniería de Sistemas de Información y su duración es de cinco (5) años. Está enfocado en las competencias profesionales de sus futuros egresados [30].
- Centro Regional Universitario Córdoba, Universidad de la Defensa Nacional: cuenta con el programa de Ingeniería en Informática y su duración es de cinco (5) años. Allí, el futuro egresado puede realizar estudios relacionados con ingeniería legal, económica, entre otros.
- Universidad Autónoma Tomás Frías: cuenta con el programa de Ingeniería de Sistemas, su duración es de cuatro años y medio. Este programa pertenece a la Facultad de Ciencias Puras, algo que lo diferencia notablemente [31].
- Universidad Técnica de Oruro: cuenta con el programa de Ingeniería de Sistemas e Informática y su duración es de cinco (5) años. Está enfocado en la formación para idear, investigar, diseñar y administrar modelos sistémicos y sistemáticos [32].
- Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora: cuenta con el programa de Engenharia de Software, su duración de cuatro (4) años y seis (6) meses, y se caracteriza por pertenecer al área de Ciencias Exactas [33].

La lista de programas de estudio en ingeniería de sistemas llega a ser bastante extensa como para ser citado en este documento, en cambio, es suficiente para visualizar que los programas ofertados son variados y abordan los diferentes campos de acción de la ingeniería de sistemas. Además, su duración va de cuatro a seis años; también es notorio cómo los futuros egresados cuentan con diversas oportunidades laborales.

La formulación de la condición de justificación del programa es clave en la obtención del registro calificado, en este sentido es importante tener en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente, cada institución deberá realizar estudios internos y externos para evaluar la pertinencia y viabilidad, además de considerar las necesidades actuales y futuras del sector en el cual repercute el programa de formación, este debe ser acorde con las tendencias y para ello se tienen en cuenta referentes nacionales e internacionales, lo planteado anteriormente puede entonces servir como un ejemplo para la estructuración de tal condición.

Referencias bibliograficas

- [1] Fundación Universitaria San Mateo. (2017). Estudio de pertinencia del programa Ingeniería de sistemas de la Fundación para la Educación Superior San Mateo.
- [2] Congreso de la Republica de Colombia. (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. *SIC*. Recuperado de <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/LEY-1753-15%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014%20-%202018.pdf>
- [3] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2016). Proyecto del plan de desarrollo 2016-2020. *SDP*. Recuperado de: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/20160429_proyecto_pdd.pdf
- [4] Ministerio de Educación Nacional. (2016a). Revisión de políticas nacionales de educación. *Ministerio de Educación Nacional (MEN)*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- [5] Ministerio de Educación Nacional. (2016b). Documento de lineamientos de política pública [Versión preliminar]. *Colombia Aprende*. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/2_DPP%20SNET_Version%20Preliminar.pdf
- [6] Accenture y Cintel. (2016). Primer manifiesto transformación digital. *Cintel Colombia*. Recuperado de: <https://cintel.co/wp-content/uploads/2018/07/1er-Manifiesto-Transformacion-Digital-Colombia-2016.pdf>
- [7] APC Consulting. (2016). Estudio de Salarios y Profesionales del Sector de Software y TI de Colombia. *Fedesoft*. Recuperado de: <https://fedesoft.org/download/2016-estudio-de-salarios-y-profesionales-del-sector-de-software-y-ti-de-colombia/>
- [8] Brookings Institution. (2016). Colombia Digital: Maximizar El Internet Global Y Los Datos Para Un Crecimiento Sostenible E Inclusivo – Resumen Ejecutivo. *CCIT*. Recuperado de: <https://www.ccit.org.co/estudios/colombia-digital-maximizar-el-internet-global-y-los-datos-para-un-crecimiento-sostenible-e-inclusivo/>

- [9] MinTIC. (2014). Caracterización de las MIPyMEs colombianas en relación con las TIC. *MinTIC*. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-11147_recurso_1.pdf
- [10] Subdirección de Análisis, Monitoreo y Prospectiva Laboral; Dirección de Generación y Protección del Empleo y Subsidio Familiar & Viceministerio de Empleo y Pensiones. (2016). Prospectiva Laboral Cualitativa para el sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Subsectores de servicios TI no relacionados con el desarrollo de software, infraestructura TI y hardware, contenidos digitales, desarrollo de software y telecomunicaciones. Oitcinterfor. Recuperado de: https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/prospec_laboralMtrabajo_Tic.pdf
- [11] Sena, MinTic, Fedesoft. (2015). Caracterización del sector de teleinformática, software y TI en Colombia 2015. *ColombiaTIC*. Recuperado de: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-73973.html>
- [12] Katz, R. L. (2009). El papel de las TIC en el desarrollo, vol. 19.
- [13] Rivas, D., & Stumpo, G. (2011). Las TIC en el tejido productivo de América Latina. En: *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo*. Santiago: CEPAL, 2011, pp. 43-77.
- [14] Caiafa, M. D., Busto, A. M., & Aurelio, A. (2018). El perfil profesional de los ingenieros del sector TIC.
- [15] Sellens, J. T., & Ficapal-Cusí, P. (2011). TIC, conocimiento, redes y trabajo. Editorial UOC.
- [16] Conozca las profesiones TIC más solicitadas en Colombia (2018). MinTic. Recuperado de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/72451:Conozca-las-profesiones-TIC-mas-solicitadas-en-Colombia>
- [17] Observatorio TI, (2020). Principales indicadores. Recuperado de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/72451:Conozca-las-profesiones-TIC-mas-solicitadas-en-Colombia>
- [18] Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016). Decreto 415 de 2016. Servicio Civil. Recuperado de: <https://www.serviciocivil.gov.co/portal/transparencia/marco-legal/normatividad/decreto-415-de-2016>

- [19] MinTIC. (2016). I Estudio de Transformación Digital en Colombia. *Juancmejia*. Recuperado de: <https://www.juancmejia.com/wp-content/uploads/2016/10/Primer-estudio-de-Transformaci%C3%B3n-Digital-en-Colombia-2016-Libro-Ebook-Gratis.pdf>
- [20] CCIT. (2016). Colombia Digital: Maximizar el Internet Global y los Datos para un crecimiento sostenible e inclusivo – Resumen Ejecutivo. *CCIT*. Recuperado de: <https://www.ccit.org.co/estudios/colombia-digital-maximizar-el-internet-global-y-los-datos-para-un-crecimiento-sostenible-e-inclusivo/>
- [21] Universidad Católica de Colombia. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. *Universidad Católica de Colombia*. Recuperado de: <https://www.ucatolica.edu.co/portal/wp-content/uploads/adjuntos/programas/ingenieria-de-sistemas.pdf>
- [22] Universidad Sergio Arboleda. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. *Universidad Sergio Arboleda*. Recuperado de: http://admisiones.usergioarboleda.edu.co/pregrado_ingenieria_sistemas_telecomunicaciones/?g&gclid=EAiaIQobChMIg7OTu4fp5wIVy56z-Ch1FcwzoEAAYASAAEgLSKvD_BwE
- [23] Universidad de los Andes. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. *Universidad de los Andes*. Recuperado de: <https://sistemas.uniandes.edu.co/es/isis-descripcion/es-informacion-general-pregrado>
- [24] Universidad Cooperativa de Colombia. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Universidad Cooperativa de Colombia*. Recuperado de: <https://www.ucc.edu.co/programas-academicos/bogota/Paginas/pregrado-ingenieria-de-sistemas.aspx>
- [25] Universidad Nacional de Colombia. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de: <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-de-sistemas-y-computacion.html>
- [26] Fundación Universitaria Unipanamericana. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Fundación Universitaria Unipanamericana*. Recuperado de: https://unipanamericana.edu.co/pregrado/facin/ingenieria-de-sistemas-bogota/#fullscreen_slider_1

- [27] Corporación Tecnológica Industrial Colombiana. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Corporación Tecnológica Industrial Colombiana*. Recuperado de: <https://teinco.edu.co/index.php/programas/ingenieria-de-sistemas/>
- [28] Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central*. Recuperado de: <http://www.itc.edu.co/es/universidad/pregrados/sistemas>
- [29] Fundación de Educación Superior San José, IT. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Fundación de Educación Superior San José, IT*. Recuperado de: <https://usanjose.edu.co/ingenieria-de-sistemas/>
- [30] Universidad Nacional de la Rioja. (2020). Programa de Ingeniería en Sistemas de Información. *Universidad Nacional de la Rioja*. Recuperado de: <https://www.unlar.edu.ar/index.php/oferta-academica/carreras-de-grado/340-ingenieria-en-sistemas-de-informacion>
- [31] Universidad Autónoma Tomás Frías. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas. *Universidad Autónoma Tomás Frías*. Recuperado de: <http://www.uatf.edu.bo/detalle-carrera>
- [32] Facultad Nacional de Ingeniería. (2020). Programa de Ingeniería de Sistemas e Informática. *Facultad Nacional de Ingeniería*. Recuperado de: <http://www.fni.uto.edu.bo/fni/index.php/carreras/ing-sistemas>
- [33] Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. (2020). Programa de Engenharia de Software *CESJF*. Recuperado de: <https://ces-jf.webflow.io/curso/engenharia-de-software>

Denominación del programa académico: elementos prácticos para su formulación

Ricardo Ceballos Garzón¹

Ana Julia Acevedo Urquiaga²

¹ Magister. Scientiarum en geofísica de la Universidad Central (Venezuela), docente investigador en la Fundación Universitaria San Mateo, correo electrónico: rceballos@sanmateo.edu.co

² Docente investigador en la Fundación Universitaria San Mateo, correo electrónico: anajacevedo@sanmateo.edu.co

Resumen

La condición de denominación está relacionada con el contenido curricular y el nivel de formación, en este caso particular, un programa articulado por ciclos propedéuticos. Para tal programa se debe garantizar lo establecido en la Ley 749, fecha 19 de julio de 2002, por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica, y se dictan otras disposiciones. De acuerdo con lo anterior, se presentan algunos de los aspectos más importantes relacionados con la denominación y la forma en la que se estructura tal condición en el documento maestro presentado ante el Ministerio de Educación Nacional (MEN); con miras a la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas.

Palabras clave: Educación superior; programa académico; registro; ingeniería; sistemas.

Construcción técnica

Según la normativa legal vigente, establecida por el MEN, todo programa académico de educación superior, sin importar el nivel o modelo pedagógico declarado, debe acogerse al cumplimiento de “condiciones de programa” que:

[...] Son características necesarias, por nivel, que describen las particularidades en coherencia con la tipología, identidad y misión institucional y de acuerdo con las distintas modalidades (presencial, a distancia, virtual, dual u otros desarrollos que combinen e integren las anteriores modalidades) [14].

Estas “condiciones de programa” deben garantizar la reflexión en torno a la impronta institucional que tendrán sus futuros egresados y sus valores diferenciales como profesionales de un área de conocimiento ante la sociedad. De allí que la formulación de la denominación del programa sea un ejercicio cuidadoso que se aleje de tendencias de mercadeo para el cumplimiento en la formación de competencias disciplinares de sus estudiantes.

Ahora bien, a partir de la promulgación de la Ley 1188 de 2008, se configura la siguiente ficha técnica para la formulación de los elementos básicos a con-

templar en la denominación del programa. Vale la pena indicar que cada área disciplinar se adhiere a los tesauros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y cuenta con una resolución específica, por ejemplo, en el caso de las condiciones específicas de programas de pregrado en ingeniería se establece su derrotero en la Resolución 2773 de 2003, las cuales son [2]:

- Nombre Programa.
- Título.
- Ubicación.
- Extensión.
- Nivel.
- Metodología.
- Campo amplio.
- Campo Específico.
- Campo Detallado.
- Norma interna de creación.
- Norma interna que modifica denominaciones.
- Duración del programa.
- Periodicidad de la admisión.
- Dirección.
- Teléfono.
- E-mail.
- Número de créditos académicos.
- Número de estudiantes en el primer periodo.
- Valor de la matrícula al iniciar.
- El programa está adscrito a.
- Desarrollado por convenio.

Para el caso de Colombia, la oferta del programa de ingeniería de sistemas y afines se presenta en una gran mayoría de ciudades e instituciones, desde licenciatura hasta Doctorado; permite tener otros referentes que garantizan la coherencia en la estructura del programa en el caso de otras Instituciones de Educación Superior (IES) que deseen ofertarlos.

Correspondencia con los contenidos curriculares

En relación con la denominación, se expresa que el deber ser se anida en la propuesta curricular; permite identificar aspectos estratégicos, tácticos y operativos de la formación de las cohortes de aprendizaje propuestas. Para el caso particular de la Fundación Universitaria San Mateo (FUSM), esta correspondencia se basa en cuatro (4) áreas que permiten identificar lo “misional, y la formación básica, específica y complementaria” [3]. A su vez, dichas áreas visualizan la pertinencia y coherencia de los contenidos curriculares con la denominación al puntualizar en aspectos como:

- Formación misional: Comprende las asignaturas orientadas al desarrollo de competencias misionales (empresarialidad, socio-humanísticas y comunicativas en una lengua extranjera).
- Formación ciencias básicas: Comprende las asignaturas orientadas al desarrollo de competencias, básicas (lógico-matemáticas e investigativas).
- Formación específica en sistemas: Comprende las asignaturas orientadas al desarrollo de competencias, técnicas específicas y profesionales de acuerdo con el nivel de formación.
- Área de formación complementaria: Comprende las asignaturas orientadas al desarrollo de competencias técnicas específicas que complementan y le dan una especialidad al egresado.

De manera ilustrativa, se presenta la estructura actual del programa Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos ofertado por la FUSM.

La FUSM asume una estructura curricular que corresponde a un programa académico por ciclos propedéuticos en concordancia con lo establecido en la Ley 749 de 2002 [5]. Por ello, la institución y su equipo académico definieron

cada nivel de formación, de tal manera que el resultado final fuese la denominación del programa terminal, buscando incorporar en el mismo todos los requerimientos exigidos por la ley, además de garantizar la calidad del programa ofertado.

PROGRAMAS POR CICLOS PROFEDÚTICOS		SEMESTRE I	SEMESTRE II	SEMESTRE III	SEMESTRE IV
<p>Técnica Profesional En Soporte De Sistemas Informáticos</p> <p>Título otorgado: Técnico (a) Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos SNIES: 107001</p> <p>Registro calificado: Resolución # 07106 del 30 de Abril de 2018 Vigencia: 7 años Metodología: Presencial Número de créditos académicos: 64 Cobertura del programa: Bogotá</p>	<p>Técnica Profesional En Soporte De Sistemas Informáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inglés I • Cátedra Mateísta Técnica • Fundamentos de Matemáticas • Pensamiento Lógico I • Metodología del Estudio • Introducción al Hardware • Sistemas Operativos • Lógica de Programación 	<ul style="list-style-type: none"> • Inglés II • Introducción al Cálculo • Pensamiento lógico II • Metodología de la Investigación • Fundamentos de Redes • Configuración de Sistemas Informáticos • Programación Estructurada 	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución Política y Formación Cívica • Álgebra Lineal • Soporte Técnico • Bases de Datos • Electiva I (Técnica) • Introducción al Modelado • Programación Orientada a Objetos* 	<ul style="list-style-type: none"> • Inglés Técnico • Práctica Empresarial Técnico • Fundamentos de Emprendimiento • Opción de grado Nivel Técnico • Electiva II (Técnica) • Pruebas de Software • Cálculo Diferencial e Integral* 	
	<p>Tecnología en Desarrollo de Software</p> <p>Título otorgado: Tecnólogo (a) en Desarrollo de Software SNIES: 91375</p> <p>Registro calificado: Resolución # 07105 del 30 de Abril de 2018 Vigencia: 7 años Metodología: Presencial Número de créditos académicos: 119 Programa de Pregrado Cobertura del programa: Bogotá</p>	<p>Tecnología en Desarrollo de Software</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cátedra Mateísta tecnológica • Estadística y Probabilidades • Seguridad en Aplicaciones • Gestión de Bases de Datos • Programación en Entornos Web • Estructuras de Datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de Costos y Presupuestos • Cálculo Vectorial • Metodología de la Investigación Aplicada • Ingeniería de Software I • Electiva III (Tecnológico) • Programación para Dispositivos Móviles • Matemáticas Discretas* 	<ul style="list-style-type: none"> • Ética y Responsabilidad Social • Opción de Grado Nivel Tecnológico • Teoría General de Sistemas • Ingeniería de Software II • Modelos de Calidad de Software • Electiva IV (Tecnológico) • Métodos para Análisis de Datos* 	
<p>Ingeniería de Sistemas</p> <p>Título otorgado: Ingeniero (a) de Sistemas SNIES: 91376</p> <p>Registro calificado: Resolución # 08033 del 17 de Mayo de 2018 Vigencia: 7 años Metodología: Presencial Número de créditos académicos: 176 Programa de Pregrado Cobertura del programa: Bogotá</p>	<p>Ingeniería de Sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulación y evaluación de Proyectos • Cátedra Mateísta Universitaria • Ecuaciones Diferenciales • Seminario de Investigación • Gestión de Servicios de TI • Arquitectura de Aplicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación de Operaciones • Física General • Gobierno TI • Bodegas de Datos • Gerencia de Proyectos • Electiva V (Universitaria) 	<ul style="list-style-type: none"> • Práctica empresarial Universitaria • Ética profesional • Opción de Grado Universitaria • Minería de Datos • Modelado y Simulación • Electiva VI (Universitaria) 	<p>Oferta de grupos: Diurno, Nocturno y Sábados</p>  <p>Fundación Universitaria SAN MATEO VICERRECTORÍA DE EDUCACIÓN</p>	

Figura 1: Información relacionada con la Identificación del programa [4].

Análisis de propósitos de formación para establecer la denominación del programa

Los propósitos de formación de los programas de ingeniería de sistemas se establecen de acuerdo con los propósitos formativos planteados en el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Este “asume la educación superior como un proceso permanente de desarrollo de las potencialidades del ser humano de forma integral y como un medio de creación, renovación, apropiación y transformación del conocimiento al servicio del desarrollo económico, social, científico y cultural del país” [6]. Los propósitos de la institución, en relación con la formación, establecidos en los estatutos y el PEI; asumidos y desarrollados por el programa, son:

- a. Contribuir con el sistema educativo colombiano en la formación de profesionales idóneos, prontos a desempeñarse en beneficio de la sociedad con miras a un mayor desarrollo.
- b. Ampliar la cobertura educativa con calidad, pertinencia y equidad facilitando el acceso a programas profesionales por ciclos propedéuticos que los habiliten en el campo laboral del país.
- c. Enmarcar dentro de la institución la ética profesional como una pauta fundamental de formación, asegurando una actitud recta y responsable en el desempeño de su quehacer y forjando a su vez el respeto y valoración humana y su civilidad.
- d. La promoción y divulgación del conocimiento científico a través de la investigación.
- e. Propiciar estrategias asertivas que conlleven al estímulo de los educandos para lograr la mejor calidad de la educación impartida y a su vez trasladarla a la sociedad.
- f. Optar por una educación que promueva en el estudiante el valor por la democracia, libertad y un nacionalismo sano y bien entendido.
- g. Armonizar el adelanto tecnológico extranjero con los requerimientos de la sociedad colombiana, despertando en el educando un espíritu crítico y la necesidad de investigar y crear sus propias técnicas.

h. Apoyar al desarrollo del país por medio de una educación con alto sentido social [6].

La formulación del programa está enmarcada y brinda respuesta al PEI. Como propósitos propios para el programa de ingeniería de sistemas se establecen:

- Apoyar el desarrollo tecnológico de las empresas en los diferentes sectores, aportando en procesos de diseño, implementación, adaptación, integración y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones.
- Aportar soluciones a problemas que se presentan en empresas de diferentes sectores en relación con implementación, adaptación, integración y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones.
- Formular y desarrollar propuestas creativas e innovadoras para el desarrollo y mejoramiento de la competitividad de las micro, medianas y pequeñas empresas en relación con el aprovechamiento de las tecnologías de telecomunicaciones.

Como resultado del análisis de los propósitos de formación, es clara su correspondencia con la denominación en el programa ingeniería de sistemas; corresponden a las competencias, funciones y ocupaciones propias de un ingeniero de sistemas, con las funciones y funciones propias del nivel de formación. Asimismo, la denominación del programa se fundamenta como resultado de análisis de las competencias a desarrollar como se evidencia en la Tabla 1:

La Tabla 1 presenta las competencias y las asignaturas, así como su relación con la denominación y los referentes nacionales e internacionales. Un ejemplo de ello son las normas de competencias establecidas por el Instituto Nacional de las Cualificaciones del Gobierno de España (INCUAL).

La condición de denominación del programa Ingeniería de Sistemas se realiza mediante un ejercicio académico; parte de los propósitos de formación del programa y los perfiles de formación (profesional, laboral y ocupacional). Estos

permiten definir las competencias que se desarrollan de forma gradual y explícita con el avance del plan de estudios.

Dentro de los procesos de autoevaluación, esta condición se caracteriza en ambas ocasiones por la percepción de la comunidad académica en relación con una denominación y una titulación pertinente, acordes al contexto local y nacional. Por otro lado, dentro de los planes de mejora no se sugiere el análisis o la necesidad de cambiar el nombre del programa.

El programa de ingeniería de sistemas de la FUSM integra los principales aspectos del área de los sistemas en su denominación y enfoque curricular; es congruente con la naturaleza, duración, nivel de formación y modalidad en que se oferta. Se trata de una denominación estándar, reconocida tanto en el ámbito internacional como en el nacional, de acuerdo con los lineamientos dados por las normativas del MEN y de organizaciones internacionales de regulación como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), el Internet Engineering Task Force (IETF) y el Third (3rd) Generation Partnership Project (3GPP).

Los propósitos de formación para el programa se fundamentan en lo establecido en el PEI, en cuanto al perfil general del egresado de la FUSM; lo planteado en cuanto a la formación integral de sus estudiantes, y las competencias básicas de fundamentación en los campos científico, tecnológico, cultural e investigativo, propios del campo de los sistemas y basados en una formación por competencias.

El programa es coherente con la concepción de la interdisciplinariedad, desde el modelo pedagógico institucional en cuanto al aprendizaje experiencial y al aprendizaje por proyectos. Las interacciones interdisciplinarias en la propuesta de formación del programa se pueden evidenciar en el proyecto integrador, en la formación en una segunda lengua y en la formación complementaria a través de los bancos de electivas.

Área	Componente	Nivel universitario	Materias que aportan al desarrollo de la competencia
FORMACIÓN MISIONAL	SEGUNDO IDIOMA	Desarrolla habilidades comunicativas en inglés en un nivel B1.	Certificación del nivel de Inglés B1.
	EMPRESARIALIDAD	Formula, evalúa y gerencia proyectos de TI de acuerdo con marcos de referencia, metodologías, estándares internacionales y objetivos de la empresa.	Formulación y evaluación de proyectos, gerencia de proyectos, práctica empresarial universitaria.
	SOCIO-HUMANÍSTICO	Ejerce la profesión de acuerdo con los principios y estándares que plantea el código de ética, con el fin de lograr la realización personal y profesional, que le permitan cumplir éticamente las normas y reglamentos vigentes de su profesión.	Cátedra mateísta, nivel universitario, ética profesional.
FORMACIÓN BÁSICA	PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO	Plantea modelos matemáticos que representan el comportamiento de sistemas informáticos para el análisis, el diseño y propuesta de soluciones a problemas que se presentan en los mismos.	Matemáticas discretas, estadística para análisis de datos, investigación de operaciones, modelado y simulación.
	FORMACIÓN INVESTIGATIVA	Propone proyectos de investigación para la solución de problemas del contexto mediante la aplicación interdisciplinar de los saberes de la profesión.	Seminario de investigación, opción de grado a nivel universitario.
FORMACIÓN ESPECÍFICA	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	Implementa mejores prácticas en sistemas de información, para gestión de los servicios de tecnología y la alineación de los objetivos de TI con los de la organización.	Gestión de servicios de TI, Gobierno de TI.
	INGENIERÍA DE SOFTWARE	Aplica metodologías y herramientas para el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos que permitan apoyar la toma de decisiones en la organización.	Arquitectura de aplicaciones, bodegas de datos, minería de datos, analítica de datos.

Tabla 1. Matriz de competencias específicas de la Ingeniería de Sistemas, elaboración propia.

Estudios realizados para obtener la renovación de registro calificado del programa

De forma interna se realizaron los siguientes estudios para la evaluación de la pertinencia y viabilidad para la solicitud de renovación del registro:

- Estudio de pertinencia del programa, con la participación de representantes del sector productivo.
- Cartografía social del egresado del programa.
- Entrevista a profesionales destacados y representantes de gremios en el área de la Ingeniería de Sistemas.

De forma externa se presenta una lista de algunos estudios realizados para analizar la pertinencia y viabilidad del programa:

- Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 [7].
- Plan de Desarrollo Distrital 2016-2020 [8].
- Documento preliminar de política pública Sistema Nacional de Educación Terciaria (SNET) [9].
- Empresas digitales 2016. Primer manifiesto sobre transformación digital en Colombia [10].
- Estudio de salarios y profesionales del sector de software y TI de Colombia Año 2016 [11].
- Colombia digital: maximizar el internet global y los datos para un crecimiento sostenible e inclusivo [12].
- Caracterización de las MiPymes colombianas en relación con las TIC [13].
- Prospectiva Laboral Cualitativa para el sector de Tecnologías de Información y la Comunicación (TIC) [14].

- Caracterización del sector de teleinformática, software y TI en Colombia [15].

Como parte del ejercicio académico, desarrollado para la renovación del registro calificado del programa en el nivel universitario, se elaboraron entre otras, las siguientes actividades:

- Análisis del contexto local, nacional e internacional.
- Revisión de tendencias en el área de los sistemas informáticos.
- Revisión de políticas gubernamentales para el desarrollo de las TIC en el país.
- Revisión de documentos referente frente a las necesidades del entorno en cuanto a profesionales en el área de la ingeniería de sistemas.
- Revisión de memorias de encuentros nacionales de la red Red Nacional de Programas de Ingeniería de Sistemas (REDIS) y Afines.
- Compilación de recomendaciones y sugerencias del sector productivo a partir de entrevistas con jefes inmediatos de practicantes.
- Análisis del estudio de egresados del programa.
- Análisis del informe de grupos focales, desarrollados con representantes del sector productivo en el área de los sistemas informáticos.
- Análisis de entrevistas con líderes en el área de los sistemas informáticos y representantes de gremios y organizaciones como el Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros de sistemas (ACIS); y el Director de tecnología de la Universidad de la Sabana.
- Revisión del informe de participación del programa en Ruedas de Talento TI, organizadas por la Federación Colombiana de la Industria de Software y TI (FEDESOFIT).
- Reformulación de perfiles profesional, ocupacional y laboral.

- Formulación de matrices de competencias con base en referentes como el Instituto Nacional de las Cualificaciones (INCUAL), a nivel internacional, y documentos previos del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) para Colombia.
- Revisión y reformulación del plan de estudios con base en insumos como el plan de estudios aprobado en la creación del programa; y documentos enunciados con anterioridad.
- Validación interna de la propuesta de plan de estudios actualizado, con participación del comité curricular del programa, docentes específicos y de apoyo del programa.
- Socialización y retroalimentación externa de la propuesta de plan de estudios actualizado con colaboración de decanos y directores de programa de la red académica REDIS.

Desarrollo del conocimiento en el campo de la ingeniería de sistemas

El desarrollo de la ingeniería de sistemas inicia desde la creación de varios programas con enfoques específicos, los cuales buscan tener un impacto en la sociedad a partir de la resolución de problemas de forma innovadora. Un ejemplo de ello es la industria; la aplicación de las herramientas informáticas y los modelos que surgen desde la ingeniería de sistemas han permitido optimizar los procesos, el tiempo y, como consecuencia de ello, los costos de producción.

La ingeniería de sistemas está siendo redefinida continuamente; los trabajos realizados en administración de redes, aplicativos y sistemas de información son fundamentales para la gestión y manejo de los datos en una organización. Buscan crear e implementar software y hardware que permitan suplir las necesidades o requerimientos [16].

La ingeniería de sistemas tiene un campo de acción amplio. Sus trabajos van desde el diseño de sitios web, hasta el análisis de datos. Tiene en cuenta los fundamentos teóricos y prácticos que surgen desde las diferentes disciplinas, en donde surgen problemas abordados de manera multidisciplinar y que necesitan de herramientas informáticas, algoritmos y metodologías de uso obligatorio.

Las aplicaciones de la ingeniería de sistemas son tanto diversas como ilimitadas, en campos como la ingeniería, las ciencias básicas, incluso las ciencias sociales. Todas las áreas, sectores productivos y organizaciones necesitan de las herramientas informáticas y de modelos teóricos aplicados que mejoren los procesos, optimicen tiempo y recursos [17].

Los avances de la ingeniería de sistemas son muy visibles en áreas de investigación y en la industria. Las necesidades en la actualidad van encaminadas hacia la mejora y garantía de la movilidad, la ubicuidad y el análisis de datos, enfocadas en mejorar la calidad de vida de las personas. Actualmente el campo del aprendizaje de máquina y el Big Data tienen un repunte en proyectos que mejoran los procesos de producción, procesos de comunicación y apalancan las cadenas de valor, haciendo eficiente el manejo de la información y la toma de decisiones en las organizaciones. Los desarrollos en aplicaciones con funcionalidad son orientados a la interacción de manera sencilla y rápida; hacen que la inteligencia artificial tome un rol importante en la actualidad. El procesamiento de lenguaje natural, las redes neuronales y los sistemas difusos hacen que los avances actuales cierren la brecha entre los sistemas de computación y las personas.

En el ámbito colombiano los esfuerzos se han centrado en el desarrollo de los sistemas inteligentes, aprendizaje de máquina, inteligencia artificial y bio-informática. En un porcentaje mayor, las universidades se han enfocado en estas áreas como parte de su currículo de electivas y sus planes de investigación. Hay que tener en cuenta que, para lograr estos objetivos en el desarrollo de nuevas tecnologías de las TIC, es necesario activar una lista de áreas en la formación en las ciencias computacionales, en el desarrollo de software y la aplicación de gerencia de proyectos en las TIC.

Pertinencia del programa en el contexto global

Las tendencias actuales según pueden clasificarse de acuerdo con tres divisiones: inteligencia artificial, digital y redes [18].



Figura 2. Tendencias actuales en la Ingeniería de Sistemas [18.]

En la primera gran tendencia se combina poder de procesamiento en paralelo, algoritmos avanzados y manejo de grandes volúmenes de datos. Lo que se puede inferir de la figura anterior es que el desarrollo de software juega un papel importante en los campos de inteligencia con inteligencia artificial, aplicaciones inteligentes y el internet de las cosas. Por otro lado, las cosas inteligentes ganan terreno y están representadas principalmente por robots, drones y vehículos autónomos.

El mundo se mueve rápidamente hacia el internet de las cosas y las ciudades inteligentes. Por ello, las iniciativas que impulsen soluciones tecnológicas en ese sentido deben ser apoyadas por las instituciones, los gremios, y el sector gubernamental. Las empresas de tecnología deben buscar especializarse, lograr reconocimiento y crecer. Así, dentro de los retos para los empresarios del área de software y tecnología están el bilingüismo, la falta de experiencia en mercados internacionales, el protocolo y negociación internacional, los espacios de networking para conocer a los jugadores nacionales y una mejora contundente al talento humano, así como el apoyo del sector a los gremios y al Gobierno.

Para el Índice Departamental de Competitividad (IDC) las cuatro (4) mega-tendencias tecnológicas para Latinoamérica son: Movilidad, Cloud Computing, Social Business y Big Data; se traducen en mayor eficiencia en almacenamiento, simplificación de procesos, reducción de gastos, rapidez y precisión. En el ámbito de las redes se necesitan sistemas de información y software que permitan la consolidación de los sistemas de comunicaciones y los servicios de infraestructura en redes de datos, el manejo de plataformas para diversos servicios y esquemas de seguridad de la información. En Colombia, según el plan estratégico del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC), para el 2018 las tendencias y los retos en su momento se establecieron así:

- Crecimiento de la Industria TI con focos de especialización y capacidad exportadora.
- Proyectar nuestra industria TI internacionalmente, consolidando altos estándares de calidad.
- Transformar la estructura productiva del país con las TIC.

- Incrementar la calidad de vida de los campesinos y la productividad del campo a través del uso y apropiación de las TIC.
- Consolidar la adopción de las TIC en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) del país, como un medio para el aumento de su productividad y competitividad.
- Alcanzar una masa crítica de teletrabajadores en el país, para:
 - Incrementar la productividad de las entidades públicas y privadas.
 - Promover la generación de empleo, la innovación y la calidad de vida [19].

La pertinencia del programa está relacionada con la generación de talento humano con las competencias, habilidades y conocimientos en el área de los sistemas informáticos, los cuales puedan aportar en el desarrollo del país, con la generación de herramientas y sistemas de información que ayuden a mejorar la calidad de vida en diferentes aspectos.

Articulación con planes de desarrollo

La propuesta académica del programa tiene en cuenta las necesidades proyectadas por los planes de desarrollo local y nacional en el área de las TIC, centrada en la ingeniería de sistemas y sus diferentes énfasis. A continuación, se hace un recuento de algunas necesidades identificadas para el Plan Nacional de Desarrollo (PND):

El cierre de la brecha digital o disparidad en cuanto al acceso a las TIC de la población que habita sectores urbanos o rurales, y entre habitantes de grandes y pequeñas ciudades. Desde el plan Vive Digital Colombia 2014 – 2018, liderado por el Gobierno nacional (desde MinTIC), se promueve el fortalecimiento del desarrollo de contenidos y aplicaciones; la formación de más profesionales en carreras afines a las TIC; la eficiencia y la transparencia en el gobierno con el aprovechamiento de las TIC [20].

En ese sentido el PND plantea la creación de sistemas integrados de monitoreo, por ejemplo, para el empleo, que articulen diferentes fuentes de información nacionales y territoriales. También se habla de que los entes territoriales se ocupen de los sistemas de información al usuario relacionados con los sistemas de transporte público.

Segundo, el cierre de la brecha en el uso de las TIC entre grandes y pequeñas empresas. Según el Centro Nacional de Consultoría (CNC), en cuanto a caracterización de las MiPymes colombianas en relación con las TIC, para el año 2014, el 75% de las MiPymes tenían conexión a Internet, el 36% presencia Web, el 8% realizaban ventas y el 26% compras por Internet; el 36% usaba en su negocio medios de pago electrónico para su operación diaria y el 38% tenían presencia en redes sociales. Dichos porcentajes se dan con relación a la totalidad de las Mipymes, no sólo aquellas que tienen presencia en la web.

Según este estudio, las principales barreras de los empresarios para implementar la tecnología son la falta de recursos, conocimiento y acompañamiento. En cuanto a los principales retos y desafíos se identifica el uso del comercio electrónico, la presencia web, el uso de redes sociales, la capacitación, las alianzas en el ecosistema digital y el acompañamiento. Desde la estrategia MiPymes Vive Digital se busca incrementar el acceso, uso y apropiación de Internet en las MiPymes colombianas para aplicar las TIC en sus procesos de negocios, con el fin de incrementar su competitividad y productividad [21], [22].

Desde el programa de Ingeniería de Sistemas de la FUSM se busca fortalecer el desarrollo de proyectos para generar software que permita ser accesible a las MiPymes y de esta manera fomentar la potencialización de sus productos a un costo razonable. Así, el objetivo es generar un plan de capacitación que permita cerrar la brecha de los trabajadores y fortalecer la apropiación de las TIC.

Tercero, cierre de la brecha de talento digital. Las iniciativas de desarrollo apoyadas con el acceso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación para el país, demandan de la disponibilidad de un talento humano suficiente y pertinente para responder a estos retos.

De acuerdo con estadísticas del programa de Transformación Productiva, y con el impulso de la estrategia Colombia Exporta Servicios; para el sector software y TI se evidencia que sus exportaciones tuvieron un crecimiento notorio hasta 2014. Además, a partir de 2015, aunque han disminuido levemente, tienen un ingreso representativo para el país [23].

En cuanto a los servicios de informática, las exportaciones del país en esta área tuvieron un crecimiento de 18 millones de dólares (USD), al pasar de USD 203 millones en 2015 a USD 204.8 millones en 2016. Los principales destinos a los

que se exportan servicios informáticos son Estados Unidos con un 28,7% del valor exportado, Ecuador con 10,9% y España con un 10,5% [23].

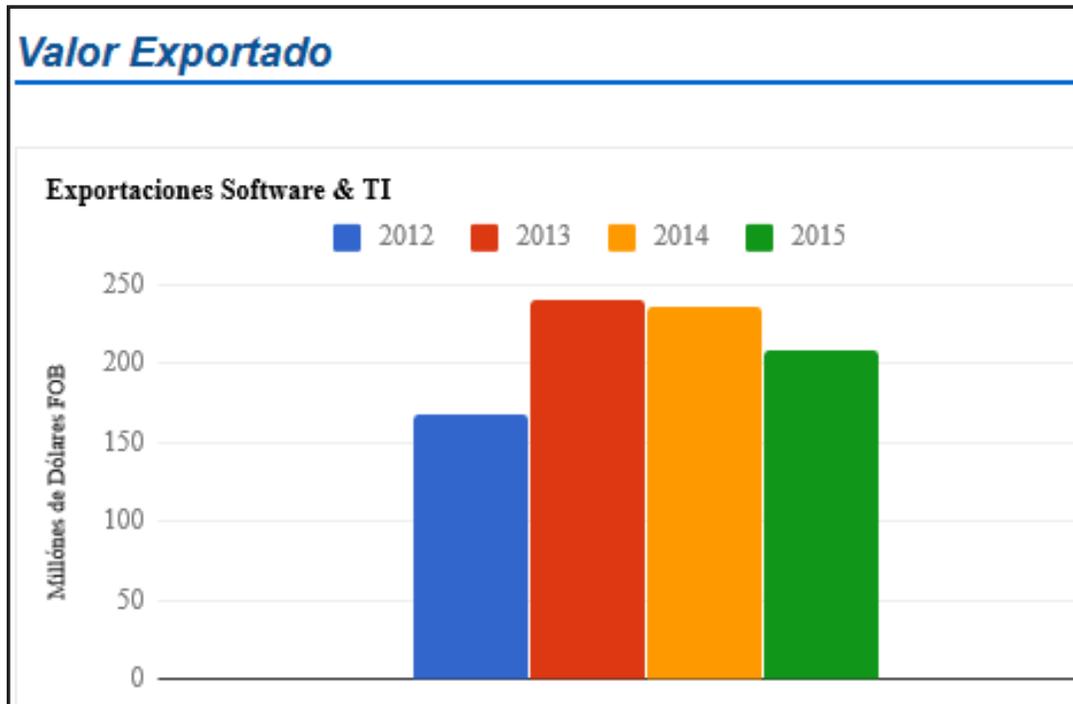


Figura 3. Exportaciones Software y TI [23].

Oportunidades potenciales de desempeño

De acuerdo con las mediciones del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), las carreras de ingeniería de sistemas e ingeniería informática estuvieron entre las diez (10) más demandadas para el año 2016 al 2017, con una vin-

culación del 89,8% de sus egresados en el año siguiente a la terminación de sus estudios y con un salario promedio de \$2.057.638 pesos colombianos (COP) [24].

Según el portal de empleo TicJob.co¹, en el cual los profesionales de la industria TI pueden encontrar ofertas laborales ajustadas al área específica, se han identificado algunos perfiles que serían los informáticos más buscados, basados en las cifras. La mayoría de las empresas buscan profesionales con experiencia laboral entre dos (2) y cinco (5) años (32%), que viva en ciudades principales como Bogotá, Medellín y Cali; experto en Java, Cisco, HTML y PL/SQL. Ofrecen cargos como administrador o ingeniero de sistemas (28,2%), programador y analista programador (24,7%) y coordinador de proyectos (22,1%). Así, las tendencias en formación son las siguientes:

Temática	Participación porcentual
Mejores prácticas	45,45%
Ingeniería de software	21,21%
Programación y lenguajes	15,15%
Plataformas	9,09%
Bases de datos e inteligencia de negocios	6,06%
Seguridad	3,03%

Tabla 2. Tendencias en formación de los profesionales de la industria TI [26].

¹ <http://www.ticjob.co/es/search>

En este orden de ideas, las oportunidades para desempeñarse en el área de los sistemas informáticos en los tres (3) niveles, técnico, tecnológico y profesional, se pueden enfocar en estas temáticas y sus correspondientes aplicaciones. Así, para ver las aplicaciones en la industria según el IDC, las diferentes áreas son servicios de acceso, infraestructura de hardware, herramientas y procedimientos de IT, operación de mercados, servicios, Pymes, software y redes y telecomunicaciones.

En un estudio de la empresa IDC se comenta que para Latinoamérica el mercado de los fabricantes de software se concentra en aplicaciones, desarrollo y desempeño de aplicaciones y la infraestructura para software. A nivel mundial, el Big Data y el software de análisis son dos (2) ramas con proyección para el incremento de negocios. Por tanto, las áreas en donde se puede tener oportunidad son:

- Inteligencia de negocios.
- Desarrollo de plataformas para análisis y administración de información.
- Monitoreo del desempeño de aplicaciones para análisis de datos.

En el contexto colombiano, siguiendo las recomendaciones de REDIS 2011 y 2014, así como los estudios de IDC; las áreas de acción en donde se necesita la formación de talento humano en los sistemas informáticos son:

- Adopción de estándares de calidad (como ISO 27000).
- Buenas prácticas relacionadas con la gestión de las tecnologías: ITIL, PMI, CMMI, COBIT, COSO, EUP, TOGAF, SOA.
- Gestión tecnológica.
- Seguridad informática.
- Inteligencia de negocios.
- Gestión y aseguramiento de la calidad del software.
- Ingeniería de requisitos.

- Dinámica de sistemas.
- Diseño y gestión de proyectos de integración de TIC.

Fortalezas y experiencia de la institución en el campo de formación

El programa combina conocimientos teóricos con formación desde la práctica, representada por los ejercicios experienciales en el aula y por la práctica empresarial. Esto permite al egresado un desempeño sobresaliente en el abordaje y resolución de problemas técnicos de los sistemas de información, las ciencias de la computación y el desarrollo de software. Además, cuentan con alianzas estratégicas con el sector productivo, para la formulación de programas académicos y para la formación de semilleros de profesionales, como el caso de técnicos de servicio para Delcop (antes Xerox de Colombia).

El programa universitario, al desarrollarse por ciclos, recoge el conocimiento técnico propio de los niveles iniciales (técnico, profesional y tecnológico) donde se han desarrollado los conceptos básicos y los principios técnicos para el desarrollo de software. Durante su funcionamiento se han garantizado las condiciones de calidad para que el estudiante se pueda desenvolver de manera adecuada durante sus prácticas profesionales y posteriormente en su lugar de trabajo, como egresado.

También cuenta con escenarios empresariales destacados para el desarrollo de las prácticas profesionales. En el caso específico del programa, se han desarrollado prácticas en importantes empresas del área de las telecomunicaciones como Claro, ETB, Telefónica, Azteca, Casa Editorial El Tiempo, Grupo Carvajal, entre otras. En lo relacionado con el sector gubernamental, a través de MinTIC, con centros de investigación como Cenisoft, con gremios como la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT), y con mesas sectoriales como la de Teleinformática (quienes además aportaron al desarrollo del programa académico y validación de su plan de estudios).

Además, brinda la oportunidad de participación en eventos académicos y de investigación, nacionales e internacionales. Fortalece la investigación mediante el impulso a los semilleros, a la participación de docentes, de estudiantes y a los productos de investigación derivados de lo anterior. Por otro lado, cuenta con infraestructura tecnológica adecuada para el desarrollo de programas académicos.

nicos del área de las TIC. En este caso la ingeniería de sistemas, se cuenta con los medios educativos propios para el desarrollo del programa en ingeniería de sistemas, las aulas especializadas garantizan que el estudiante pueda desarrollar sin problemas sus habilidades en el manejo de equipos informáticos y capacitarse en el desarrollo de lenguajes de programación y algoritmos.

La condición de denominación como característica necesaria para la obtención del registro calificado ha de tener en cuenta los aspectos citados con anterioridad, tales como la construcción técnica, la correspondencia del programa con los contenidos curriculares, los propósitos de formación y los estudios realizados, además de hacer una revisión sobre el desarrollo del conocimiento en la disciplina para poder dar cuenta de la pertinencia del programa, de este modo se busca una articulación con los planes de desarrollo, lo presentado en este documento resume los pasos a seguir con miras a la construcción de tal condición.

Referencias bibliograficas

- [1] MEN. (2019). Decreto 1330 de 2019. *MEN*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-387348_archivo_pdf.pdf
- [2] MEN. (2008). Decreto 1188 de 2008. *MEN*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-159149_archivo_pdf.pdf
- [3] MEN. (2015). Decreto 1075 de 2015. *MEN*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-368469_recurso_1.pdf
- [4] Fundación Universitaria San Mateo. (2020). Pensum para el Programa de Ingeniería de Sistemas. Recuperado de <https://www.sanmateo.edu.co/img/pensumsistemas.jpg>
- [5] MEN. (2002). Decreto 749 de 2002. *MEN*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86432_Archivo_pdf.pdf
- [6] Fundación Universitaria San Mateo. (2018-2021). Plan de Desarrollo Institucional (2018-2021). *FUSM*. Recuperado de: <http://www.sanmateo.edu.co/documentos/PDI.pdf>
- [7] Congreso de la Republica de Colombia (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. *SIC*. Recuperado de: <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/LEY-1753-15%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014%20-%202018.pdf>
- [8] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2016). Proyecto del plan de desarrollo 2016-2020. *SDP*. Recuperado de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/20160429_proyecto_pdd.pdf
- [9] MEN. (2016). Documento de lineamientos de política pública [Versión preliminar]. *Colombiaaprende*. Recuperado de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/2_DPP%20SNET_Version%20Preliminar.pdf
- [10] Accentura & Cintel. (2016). Primer Manifiesto Transformación Digital. *Cintel*. Recuperado de: <https://cintel.co/wp-content/uploads/2018/07/1er-Manifiesto-Transformacion-Digital-Colombia-2016.pdf>
- [11] APC Consulting. (2016). Estudio de Salarios y Profesionales del Sector de Software y TI de Colombia. *FEDESOFIT*. Recuperado de: <https://fe->

desoft.org/download/2016-estudio-de-salarios-y-profesionales-del-sector-de-software-y-ti-de-colombia/

- [12] Brookings Institution. Colombia Digital. (2016). Maximizar El Internet Global Y Los Datos Para Un Crecimiento Sostenible E Inclusivo – Resumen Ejecutivo. *CCIT*. Recuperado de: <https://www.ccit.org.co/estudios/colombia-digital-maximizar-el-internet-global-y-los-datos-para-un-crecimiento-sostenible-e-inclusivo/>
- [13] MinTIC. (s.f.). Caracterización de las MiPymes colombianas en relación con las TIC. *MinTIC*. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-11147_recurso_1.pdf
- [14] Subdirección de Análisis, Monitoreo y Prospectiva Laboral Dirección de Generación y Protección del Empleo y Subsidio Familiar; Viceministerio de Empleo y Pensiones. (2016). Prospectiva Laboral Cualitativa para el sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Subsectores de servicios TI no relacionados con el desarrollo de software, infraestructura TI y hardware, contenidos digitales, desarrollo de software y telecomunicaciones. *OITCinterfor*. Recuperado de: https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/prospec_laboralMtrabajo_Tic.pdf
- [15] Sena; MinTic & Fedesoft. (2015). Caracterización del sector de teleinformática, software y TI en Colombia 2015. *Colombia TIC*. Recuperado de: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-73973.html>
- [16] Hambleton, K. (2005). *Conquering Complexity: Lessons for defense systems acquisition*. The Stationery Office.
- [17] Correa-Henao, G. J., Gaviria-Hincapié, J. M., & Giraldo-Escobar, R. A. (2017). Revisión y diagnóstico sobre las condiciones de calidad en los programas de Ingeniería de Sistemas en Colombia. *Revista iberoamericana de educación superior*, 8(22), 3-24.
- [18] Gartner. (2019). La IA dominará absolutamente las tendencias tecnológicas según Gartner. *Observatorio IA*. Recuperado de <https://observatorio-ia.com/la-ia-dominara-absolutamente-las-tendencias-tecnologicas-2019-segun-gartner>
- [19] MinTIC. (2018). Plan Vive Digital para la gente. *Mintic 2018*. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-8247_recurso_4.pdf

- [20] MinTIC. (2018). Preguntas frecuentes. *MinTIC*. Recuperado de: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Preguntas-frecuentes/>
- [21] INCP. (2016). MinTIC quiere que las MiPyme sean parte del mercado digital. *Instituto Nacional de Contadores Públicos de Colombia*. Recuperado de: <https://www.incp.org.co/mintic-quiere-que-las-mipyme-sean-parte-del-mercado-digital/>
- [22] MinTIC. (2018). MiPyme Vive Digital. *MinTIC*. Recuperado de: <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-7235.html>
- [23] PDTP. (2015). Información estadística. *Programa de Transformación Productiva*. Recuperado de: <http://ptp.amagi4all.com/informacion-estadistica/software>
- [24] MEN. (2019). Sistema de indicadores. *Mineducación*. Recuperado de: <https://ole.mineducacion.gov.co/portal/>
- [25] Portal de empleo ticjob. (2020). Búsqueda de empleos en el sector TIC. Recuperado de: <https://ticjob.co/es/search>
- [26] Cubides, J. F. H., & Arévalo, H. H. R. (2013). Tendencias en la formación en ingeniería de sistemas y afines. *INVENTUM*, 8(14), 24-34.

Aspectos curriculares del programa académico: elementos prácticos para su formulación

Félix Eduardo Sánchez Ardila¹
Engels Revuelta Licea²

¹ Director del programa de ingeniería de telecomunicaciones en la Fundación Universitaria San Mateo, Correo electrónico: direccion.telecomunicaciones@sanmateo.edu.co

² Ingeniero industrial, Master en dirección y administración de empresas, Gestor de sistemas integrados de gestión. Docente investigador junior por colciencias. Consultor de sistemas integrados de gestión en la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: elicea@sanmateo.edu.co

Resumen

La condición de contenidos curriculares está relacionada con la fundamentación teórica del programa, los propósitos de formación, las competencias básicas, genéricas y específicas. Esto conduce al establecimiento de los perfiles de formación, algo que sin duda alguna se vincula directamente con el plan general de estudios. De acuerdo con lo anterior, se presentan algunos de los aspectos más importantes relacionados con la construcción de los contenidos curriculares y la forma en la que se estructura tal condición en el documento maestro presentado ante el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Lo anterior, con miras a la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas.

Palabras clave: Contenido; currículo; registro; ingeniería; sistemas.

Justificación para los contenidos curriculares

El plan de estudios para los programas que conducen al título de ingeniería de sistemas, en cada uno de los diferentes ciclos propedéuticos, es establecido a partir de los lineamientos institucionales de gestión curricular. Como proceso:

- Identifica las necesidades de formación a partir de estudios sectoriales, asociaciones y agremiaciones.
- Realiza la trazabilidad de los mapas funcionales teniendo en cuenta la ocupación en las mesas sectoriales y organismos de estandarización de competencias a nivel internacional.
- Elabora una propuesta para la discusión sobre el perfil profesional, el perfil ocupacional y las competencias que se propone desarrollar en ese nuevo profesional.
- Realiza un grupo focal con participantes del sector productivo de la región para validar la primera propuesta de formación.
- Identifica los perfiles de egreso una vez validados, tanto perfiles como competencias por parte del sector productivo.

- Realiza el diseño curricular del plan de estudios y de los microcurrículos donde se relacionan la unidad de competencia, los elementos de competencia, los contenidos programáticos, las estrategias pedagógicas, los medios educativos y las estrategias para la evaluación a considerar.
- Tiene en cuenta la metodología presencial del programa.
- Finalmente, elabora un plan semestral para el desarrollo de la asignatura; relaciona los saberes, las actividades asistidas e independientes y colaborativas que debe desarrollar el estudiante teniendo en cuenta los criterios de evaluación.

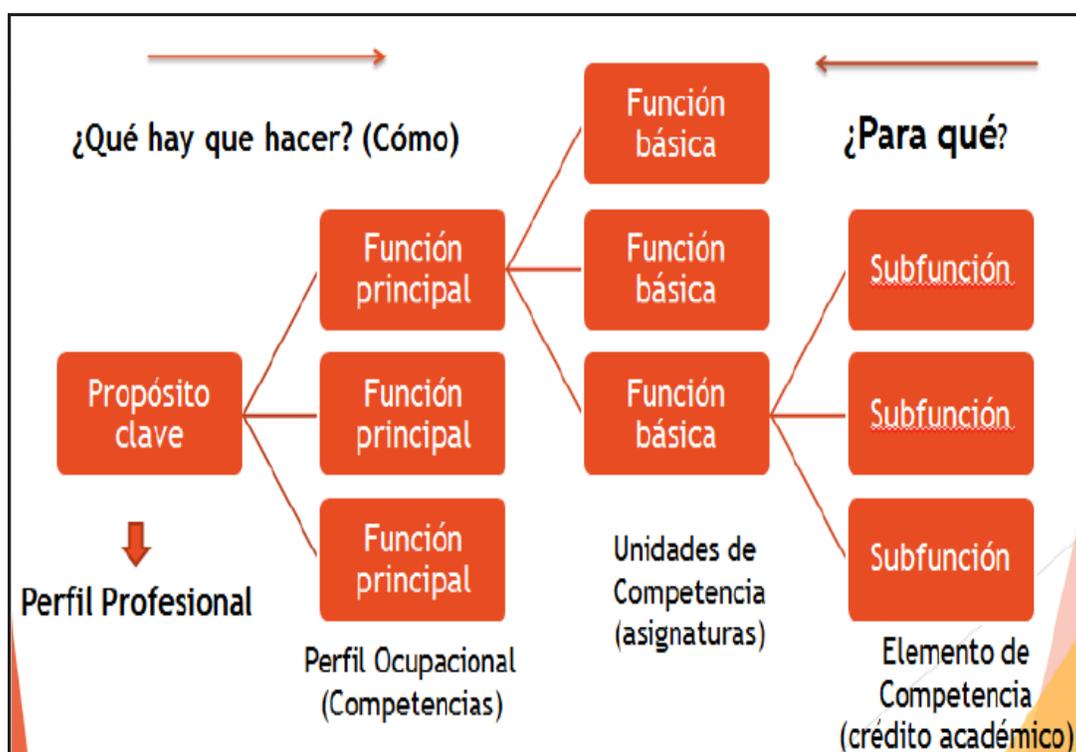


Figura 1. Análisis funcional para identificar el perfil ocupacional y las competencias [1].

Además, la Tabla 1 resume la relación de los propósitos de formación, perfiles, competencias y modalidad del programa.

Perfil profesional	Perfil ocupacional	Competencias	Asignaturas que desarrollan las competencias	Estrategias pedagógicas para la modalidad presencial
<p>Es un profesional integral, innovador, contextualizado, de rápida adaptación al cambio; capaz de usar sus habilidades, valores, conciencia social, así como los conocimientos en su disciplina y en tendencias tecnológicas para el desarrollo de soluciones informáticas que le permitan apoyar a las organizaciones en la automatización, agilización de procesos y en la toma de decisiones para obtener ventaja competitiva.</p> <p>Está preparado para desempeñarse de forma profesional y ética en diferentes tipos de organización, contribuyendo a su desarrollo y por ende a la mejora de la calidad de vida de su entorno.</p>	<p>El ingeniero de sistemas de la Fundación Universitaria San Mateo (FUSM) cuenta con las competencias que le permiten participar en procesos de planificación, análisis, diseño, construcción, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento de sistemas de información.</p> <p>Está en capacidad para evaluar y gestionar la selección, adopción o implantación de nuevas tecnologías en entornos que requieran soluciones de TI para apoyar la operación y toma de decisiones empresariales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formula, evalúa y gestiona proyectos para el desarrollo, implementación y operación de sistemas informáticos; de acuerdo con marcos y metodologías de trabajo, normas técnicas y objetivos de la empresa. - Ejerce la profesión de acuerdo a los principios y estándares que plantea el código de ética de la misma, con el fin de lograr la realización personal y profesional. - Plantea modelos matemáticos que representan el comportamiento de sistemas informáticos para el análisis, el diseño y propuesta de soluciones a problemas que se presentan en estos. - Propone proyectos de investigación para la solución de problemas del contexto mediante la aplicación interdisciplinar de los saberes de profesión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación y evaluación de proyectos, gerencia de proyectos, práctica empresarial universitaria. - Cátedra mateísta universitario, ética profesional. - Matemáticas discretas, investigación de operaciones, ecuaciones diferenciales, física general. - Seminario de investigación, opción de grado nivel universitario. - Gestión de servicios de TI, Gobierno de TI. - Métodos para análisis de datos, bodegas de datos, minería de datos, arquitectura de aplicaciones, modelado y simulación 	<p>ASIGNATURAS TEÓRICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Casos de estudio. - Talleres de clase. - Mapas conceptuales. - Resúmenes. - Guías de trabajo. - Cuestionarios. - Resúmenes. - Reseñas. - Investigaciones de clase. - Exposiciones en clase. <p>ASIGNATURAS TEORICO-PRACTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Talleres de clase. - Mapas conceptuales. - Resúmenes. - Proyecto integrador. - Proyecto de aula. - Guía de laboratorio. - Guías y módulos.

		<ul style="list-style-type: none"> - Implementa mejores prácticas en sistemas de información para gestión de los servicios de tecnología y la alineación de los objetivos de TI con los de la organización; brinda así un valor agregado para la ejecución de tareas de forma estructurada, dentro de los procesos TI de las organizaciones. -Desarrolla metodologías de análisis de datos que le permitan generar modelos de toma de decisión, sobre procesos y operaciones que estén alimentados con grandes volúmenes de datos, buscando obtener ventaja competitiva en las organizaciones. 		<ul style="list-style-type: none"> - Documentación para el desarrollo de proyectos de grado. - Tutorías seguimiento proyectos. - Estructuración y desarrollo de seminario de grado.
--	--	--	--	--

Tabla 1. Relación de propósitos de formación, perfiles, competencias y modalidad del programa, elaboración propia.

Contenidos curriculares.

Definir la ingeniería de sistemas es complejo, sin embargo, se puede considerar que desde el trabajo multidisciplinar permite la implementación u optimización de sistemas complejos. Su continua evolución ha llevado a soluciones innovadoras en diferentes campos. Para el caso particular de la ingeniería y las ciencias básicas, es posible encontrar diferentes enfoques y definiciones al respecto [2], [3]. De manera general, se identifican los siguientes tópicos:

- Computación: está relacionado con la interacción entre hardware y software, con miras a cumplir objetivos específicos [4], [5].
- Informática: aborda el procesamiento automático de información [6].
- Cibernética: considerada como la ciencia que estudia sistemas de comunicación y regulación automática en los seres vivos, aplicando tal conocimiento en sistemas electrónicos y mecánicos que presentan algún tipo de analogía con los primeros [7].

Es importante tener en cuenta los trabajos existentes sobre la construcción de contenidos curriculares a nivel nacional e internacional. En este sentido, el trabajo IFIP/UNESCO's Informatics Curriculum Framework 2000 for Higher Education [8], realizado por expertos de la International Federation for Information Processing (IFIP), presenta propuestas en relación con tales contenidos.

Por otra parte, el trabajo The Joint Task Force on Computing Curricula [9], elaborado en su gran mayoría por expertos americanos pertenecientes a la Association for Computing Machinery (ACM) y la Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Trata los tópicos propios de la ingeniería en computación y ciencias de la computación. También cabe resaltar el trabajo realizado por el Consorcio Europeo y 11 de las más grandes empresas en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con el acompañamiento de la Comisión Europea, además de un componente académico constituido por más de 20 universidades europeas [10].

En resumen, el esfuerzo de la IEEE, la ACM, entre otras asociaciones profesionales, ha sido relevante en la consolidación de estándares internacionales que han permitido la construcción de los contenidos curriculares en computación [11]. Ahora bien, según los referentes establecidos en la construcción de los currículos, se busca constituir un perfil para los futuros egresados, en alguno de los siguientes campos:

1. Ingeniería de computación: aborda el diseño y construcción de computadores y sistemas basados en computador; es consecuencia directa del estudio de hardware, software, comunicaciones y su interacción. Su currículo está basado en las teorías, principios y prácticas de la ingeniería eléctrica y las

matemáticas; es aplicado a los problemas de diseño de ordenadores y dispositivos basados en computadoras [11].

2. Ciencia de la computación: programa académico, por lo general, adscrito a una Facultad de Ciencias, con un enfoque de algoritmia pura. Contiene una amplia gama temática, desde sus fundamentos teóricos y algorítmicos, hasta las más avanzadas desarrollos en robótica, visión por computador, sistemas inteligentes, bioinformática y otras áreas cuya evolución y desarrollo se da de forma continua. Esta disciplina está categorizada en diseño e implementación de software; diseño de nuevas formas de usar los computadores y diseño de soluciones efectivas a problemas en computación [11].
3. Sistemas de la información: este perfil se enfoca en integrar soluciones TIC y necesidades de información de las empresas, lo que lleva al logro de los objetivos de manera eficiente. La perspectiva de esta disciplina en las TIC enfatiza la información y considera la tecnología como un instrumento para generar, procesar y distribuir información. Los profesionales de la disciplina se ocupan principalmente de la información que los sistemas informáticos proporcionan para ayudar a una empresa a definir y alcanzar sus objetivos; además de los procesos que puede implementar o mejorar utilizando las TIC, de manera que puedan obtener ventaja competitiva [11].
4. Tecnología de la información: prepara a los estudiantes para satisfacer las necesidades tecnológicas del sector empresarial, el Gobierno, salud, educación y organizaciones. La tecnología de la información resulta ser el complemento de la integración tecnológica para la gestión de información [11].
5. Ingeniería de software: es la disciplina que se ocupa de desarrollar y mantener sistemas de software con un comportamiento fiable y eficiente; así, satisfacen todos los requisitos que los clientes han definido para ellos. Su evolución resulta de la respuesta a factores tales como la evolución y crecimiento de sistemas de software grandes y costosos, en una amplia gama de situaciones y la importancia del software en aplicaciones críticas para la seguridad. Se diferencia de las demás ramas por la naturaleza intangible del software y es frecuente que en el currículo esta disciplina se integre a otras de las ramas anteriores [11].

Así, a partir de las anteriores subdisciplinas, en América se establece la profesión denominada 'ingeniería de sistemas', que integran los componentes de las anteriores áreas. El término es asociado a los Laboratorios Bell Telephone en 1940 [12]. La necesidad de identificar y manipular las propiedades de un sistema en su conjunto, que en proyectos de ingeniería complejos pueden variar de forma significativa al considerar la suma de las propiedades de las partes; motiva a varias industrias, especialmente a aquellos que desarrollan sistemas para la industria militar estadounidense, a aplicar tal disciplina [13].

Al no bastar con la evolución del diseño para mejorar un sistema, y con miras a mejorar las herramientas, pues las existentes no eran suficientes para satisfacer las crecientes demandas y necesidades; comenzaron a desarrollar nuevos métodos que abordaban directamente la complejidad [14]. La evolución y desarrollo continuo de la ingeniería de sistemas comprende el análisis, desarrollo e implementación de nuevos métodos y técnicas de modelado.

Estos métodos mejoran la comprensión, el diseño y control de desarrollo de los sistemas de ingeniería, sin embargo, el costo es la complejidad creciente en los mismos. Las herramientas más utilizadas en el contexto de la ingeniería de sistemas han sido: Universal Systems Language (USL), Unified Modeling Language (UML), Quality Function Deployment (QFD) e International Defence Industry Fair (IDEFO) [15].

La oferta de programas a nivel de postgrado y educación continuada es variada y está disponible para cada uno de los enfoques citados anteriormente [16]. Por lo general, la ingeniería trata la concepción, diseño, desarrollo, producción y operación de sistemas físicos. En este sentido, la ingeniería de sistemas queda categorizada completamente, en tanto que el uso del término 'ingeniero de sistemas' ha evolucionado hasta tener un concepto más amplio y holístico de 'sistemas' [17] y de procesos en Ingeniería. Incluso, la evolución en la definición es un tema actual de discusión, es el término aplicado en un ámbito más general [18], en este orden de ideas, el Cuerpo de Conocimientos de Ingeniería de Sistemas (SEBoK) ha categorizado la ingeniería de sistemas en:

- Ingeniería de Sistemas de Productos (PSE): es la ingeniería de sistemas tradicional, centrada en el diseño de sistemas físicos consistentes en hardware y software [19].

- Ingeniería de Sistemas Empresariales (ESE): se refiere a la visión de las empresas, es decir, a las organizaciones o combinaciones de organizaciones, como sistemas [19].
- Ingeniería de Sistemas de Servicio (SSE): tiene que ver con la ingeniería de los sistemas de servicio. En *Case Studies in System of Systems, Enterprise Systems, and Complex Systems Engineering* se define un sistema de servicio como un sistema que se concibe como servir a otro sistema. La mayoría de los sistemas de infraestructura civil son sistemas de servicio [20].

A partir de las diversas aplicaciones, los modelos utilizados en la industria buscan identificar la relación de los procesos Técnico de Ingeniería de Sistemas y de Gestión de Ingeniería de Sistemas, garantizando la retroalimentación en los mismos [21]. El desarrollo del sistema requiere con frecuencia el aporte de diferentes disciplinas técnicas [22].

Por otro lado, según la visión holística de sistemas sobre el esfuerzo de desarrollo, la ingeniería de sistemas se encarga de aportar en relación con los aspectos técnicos en un esfuerzo de equipo unificado, formando un proceso de desarrollo estructurado que pasa del concepto a la producción a la operación y en algunos casos a la terminación y eliminación. En una adquisición, la disciplina integral combina las contribuciones y equilibra las compensaciones entre el costo, la programación de actividades y el desempeño; al mismo tiempo mantiene un nivel de riesgo aceptable que cubre todo el ciclo de vida y las compensaciones entre el costo, la programación de actividades y el desempeño, con un nivel de riesgo aceptable que cubre todo el ciclo de vida [23].

La anterior perspectiva se reproduce a menudo en programas educativos; los cursos de ingeniería de sistemas se imparten por profesores de otros departamentos de ingeniería, lo que favorece la creación de un ambiente interdisciplinario [24].

Para entender la motivación en torno a la ingeniería de sistemas, puede considerarse como un método o práctica para identificar y mejorar las reglas comunes que existen dentro de una amplia variedad de sistemas [25]. En este sentido, los principios de la ingeniería de sistemas pueden ser aplicados a cualquier sistema, complejo o no, siempre que se emplee el pensamiento sistémico en todos los niveles.

A través del análisis presentado en Principles and Practices of Systems Engineering [26] se establece que el esfuerzo óptimo dedicado a la Ingeniería de Sistemas es del 15 al 20% del esfuerzo total del proyecto [27]. También se ha demostrado cómo la ingeniería de sistemas lleva a la reducción de costos y optimización de procesos. No obstante, es necesario tener una encuesta cuantitativa, a mayor escala, que abarque una amplia variedad de industrias [28]. La Ingeniería de Sistemas promueve el uso del modelado y la simulación con el objetivo de validar teorías sobre los sistemas y su interacción [29].

Propósitos de formación del programa.

Para el caso de la FUSM, los propósitos de la formación en el programa son acordes con lo establecido en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) en relación con el perfil del egresado en sus diferentes ciclos propedéuticos. Lo anterior, según la formación integral de los estudiantes y las competencias básicas en los diferentes campos: científico, tecnológico, cultural e investigativo.

Los programas propuestos por la FUSM son diseñados teniendo en cuenta los referentes mencionados anteriormente, en particular, las tendencias de los sistemas de información; busca establecer relación con las necesidades del sector productivo y las competencias que demanda la industria.

El perfil del Ingeniero de Sistemas de la Fundación Universitaria San Mateo está caracterizado por:

- El desarrollo de habilidades para el razonamiento matemático, el razonamiento abstracto, la capacidad de analizar, inferir y deducir.
- Capacidad para el trabajo interdisciplinar y multidisciplinar para ofrecer soluciones tecnológicas que permitan el análisis, diseño, implementación, asesoría, mantenimiento y consultoría para el desarrollo de proyectos y aplicaciones en sistemas de información.
- Administración de recursos informáticos para las organizaciones, se propende por el uso eficiente de la información que brinde soporte en los procesos y la toma de decisiones.

El comité curricular es el comité designado para liderar el proceso de autoevaluación y reestructuración de la propuesta curricular para los diferentes pro-

gramas. En el caso de la ingeniería de sistemas, se realiza una revisión extensa de la bibliografía y diferentes fuentes, además de estudios sectoriales y de construcción colegiada, contando con la participación de la comunidad académica, docentes y representantes del sector productivo que permitieron su formulación y posterior validación.

Competencias.

Las competencias propias para los programas son divididas en:

- Competencias básicas: aquellas que una persona requiere para desempeñarse de forma adecuada en el contexto laboral, en la academia, en espacios sociales y ciudadanos. Incluyen competencias en las áreas de lenguaje, matemáticas y competencias ciudadanas; su identificación como referente el marco conceptual las pruebas de estado Saber Pro y los resultados que obtienen los estudiantes en las pruebas de ingreso a la institución.
- Competencias genéricas: son comunes a diferentes profesiones y ocupaciones, por ejemplo: toma de decisiones, diseño y gestión de proyectos, trabajo en equipo, capacidad de aprender, entre otras. En la identificación de este tipo de competencias, la FUSM tiene como referente el proyecto Tuning América Latina [30], el documento de Propuesta de Lineamientos Para la Formación por Competencias en Educación Superior del MEN [31]; el estudio de habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) [32] y los resultados de la evaluación de aprendices de la FUSM por parte de las empresas.
- Competencias específicas: son aquellas requeridas para el desempeño de una ocupación específica; relacionadas con las funciones o puesto de trabajo, orientadas a desarrollar en el estudiante los conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas propias de cada profesión. Con miras a la identificación de este tipo de competencias, se acude a estudios sectoriales, mapas funcionales de ocupaciones en las mesas sectoriales y organismos de estandarización en competencias; las recomendaciones de los empresarios recolectadas en el proceso de evaluación de la práctica empresarial de los estudiantes de la FUSM, y grupos focales con representantes del sector productivo.

Perfiles de formación del programa.

Los perfiles de formación para los futuros egresados del programa de ingeniería de sistemas de la FUSM son caracterizados de la siguiente forma:

- Perfil profesional: ofrece el propósito clave o la razón de ser del programa, en respuesta a los requerimientos del sector productivo y la sociedad. En este perfil se expresan las actuaciones que los egresados del programa están habilitados para realizar, los atributos de calidad y de responsabilidad social.

El ingeniero de sistemas de la FUSM es un profesional integral, innovador, contextualizado, de rápida adaptación al cambio, capaz de usar sus habilidades, valores, conciencia social. También, conocimientos en su disciplina y en tendencias tecnológicas para el desarrollo de soluciones informáticas que le permitan apoyar a las organizaciones en la automatización, agilización de procesos y en la toma de decisiones para obtener ventaja competitiva. Además, está preparado para desempeñarse de forma profesional y ética en diferentes tipos de organización, contribuyendo a su desarrollo y a la mejora de la calidad de vida de su entorno.

- Perfil ocupacional: en él se relacionan las competencias laborales específicas que desarrollarán los egresados del programa. En este sentido, el ingeniero de sistemas de la FUSM desarrolla las competencias que le permiten participar en procesos de planificación, análisis, diseño, construcción, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento de sistemas de información. Está en capacidad para evaluar y gestionar la selección, adopción o implantación de nuevas tecnologías en entornos que requieran soluciones de TI para apoyar la operación y toma de decisiones empresariales.
- Perfil laboral: se relaciona con los cargos que los egresados pueden desempeñar en el sector productivo, de acuerdo con las competencias desarrolladas y a su campo de acción. El ingeniero de sistemas de la FUSM está en capacidad de apoyar procesos de capacitación a usuarios finales; conformar o dirigir grupos interdisciplinarios para desarrollo de soluciones tecnológicas; administrar los recursos informáticos empresariales o la creación de su propia empresa.

Por otro lado, puede desempeñar los siguientes cargos o actividades productivas en las organizaciones:

- Gerente de sistemas.
- Gerente de desarrollo.
- Gerente de productos.
- Líder de desarrollo senior.
- Líder de calidad estándar /junior/ senior.
- Líder de proyecto.
- Ingeniero de soporte senior.
- Ingeniero de servicios senior.

Interdisciplinariedad en el programa

La interdisciplinariedad se puede definir como la interacción existente entre dos (2) o más disciplinas que mantienen diversos canales de comunicación: Esta interacción puede ir de la simple comunicación de ideas hasta la integración mutua de conceptos directores, de la epistemología, de la terminología, de la metodología, de los procesos, de los datos y la organización de la investigación y de la enseñanza [33].

En la FUSM, la interdisciplinariedad parte desde el modelo pedagógico institucional en cuanto al aprendizaje experiencial y aprendizaje por proyectos; al concebir el aprendizaje experiencial como un espacio que posibilita la existencia de múltiples percepciones y diferentes realidades. De esta manera, en los estudiantes se estimula la duda, la autocrítica, el cuestionarse y el interés por la búsqueda de mejores explicaciones de lo ocurrido, a partir de la teoría y de lo experimentado desde diferentes contextos.

A su vez, el aprendizaje por proyectos permite la interdisciplinariedad; aborda el desarrollo de tareas complejas o la resolución de problemas en un determinado contexto; en un marco de cooperación y apoyo dentro de las dinámicas reales de conocimientos adquiridos en distintos módulos complementarios, para resolver necesidades complejas y acometer tareas difíciles. Las interaccio-

nes interdisciplinarias en la propuesta de formación del programa se pueden evidenciar de la siguiente forma:

1. Proyecto Integrador: como estrategia de enseñanza-aprendizaje está orientada al desarrollo integral del estudiante de una forma práctica. Acerca al estudiante mediante su experiencia a los diversos retos y resolución de problemas que conllevan al desarrollo de un proyecto que busca desarrollar las destrezas adquiridas en su respectivo ciclo propedéutico.

El objetivo principal es preparar al estudiante para dar respuesta a los problemas que puede encontrarse en su contexto laboral, una vez finalizada su formación de nivel universitario. Para tal fin utiliza la metodología de aprendizaje por proyectos que permite el desarrollo de habilidades como el trabajo colaborativo e interdisciplinario, la planeación, la comunicación y la gestión del tiempo.

2. Formación en un segundo idioma: en el nivel universitario, el aprendizaje del idioma inglés se incorpora en asignaturas de formación específica del programa; el docente plantea un conjunto de actividades que llevan al estudiante a utilizar una segunda lengua para su realización. Se establece su aprendizaje como proyecto de aula; parte de la necesidad del idioma inglés para el buen desenvolvimiento de un profesional en el área de tecnología y en este caso en el ejercicio de la ingeniería de sistemas.
3. Facultades y programas: el programa de ingeniería de sistemas por ciclos propedéuticos pertenece a la Facultad de Ingenierías y Afines. Así, percibe la formación de manera integrada; construye procesos interdisciplinarios con la Unidad de Educación Virtual de la FUSM en el diseño, concepción y administración de los currículos, módulos y contenidos de asignaturas virtuales. También trabaja de manera colaborativa con la Unidad de Desarrollo de Software, participando en proyectos de investigación aplicada para la construcción de sistemas de información.
4. Banco de electivas: desde su construcción, la formulación de asignaturas comunes y electivas son pensadas como interdisciplinarias. De igual manera, la participación de los estudiantes permite la construcción conjunta de conocimiento.

Flexibilidad en el programa

La flexibilidad genera cambios necesarios para los procesos académicos, de evaluación y administrativos; además de las estructuras orgánicas en la infraestructura física; implica cambios de actitudes y la adopción de nuevos roles en la comunidad académica. El objetivo de la formación flexible se caracteriza de forma general, así:

- Posibilidad para que los estudiantes tomen decisiones sobre el tiempo y el lugar de sus aprendizajes.
- Incremento en la oferta de tutorías y de otras estrategias que favorezcan el aprendizaje autónomo.
- Posibilidad de que los estudiantes ajusten el tiempo de aprendizaje de acuerdo con su ritmo, necesidades e intereses.

En la institución, para el fomento de la flexibilidad de los programas de formación se plantean como estrategias, desde la apertura de la oferta:

- Oferta de formación por ciclos: los ciclos propedéuticos, secuenciales o complementarios permiten al estudiante mateísta la movilidad de forma ascendente hacia niveles más cualificados de la formación. Así, de una forma sistémica, del técnico a la tecnológica y desde allí a la universitaria, el estudiante obtiene una titulación que facilita su inserción en el mercado laboral.
- Organización de actividades por créditos académicos: en la FUSM, el reglamento estudiantil, en el capítulo IX del régimen académico, establece que “El desarrollo de los componentes micro-curriculares estará organizado en créditos académicos, los cuales miden el trabajo del estudiante y permiten la flexibilidad curricular, el uso diversificado de metodologías de aprendizaje y la movilidad estudiantil”.
- Banco de electivos y cátedra mateísta: dentro del plan de estudios existen los créditos obligatorios y los créditos electivos. Estos últimos, representan cursos que constituyen una oportunidad para que el estudiante profundice

en áreas o temáticas de su interés. Para el programa de ingeniería de sistemas se desarrollan en diferentes líneas: el análisis de datos aplicando las metodologías de Big Data y el desarrollo de habilidades para la gestión de proyectos de TI. Estas electivas buscan ofrecer al estudiante un campo de acción específico de acuerdo con sus intereses, relacionado también con sus posibles oportunidades laborales.

El propósito de la cátedra mateísta es brindar al estudiante la información pertinente que le permita conocer los aspectos misionales, así como la estructura académica y administrativa del programa y la institución. Ello se encamina en hacerle sentir parte de la comunidad mateísta y que tenga claros los procesos a los cuales puede acceder; de igual manera, el estudiante podrá identificar mediante la inducción sus derechos y deberes en su rol de estudiante mateísta. En el caso de la cátedra de nivel universitario, se tiene la posibilidad de abordar temáticas que ayudan al estudiante de ciclos a realizar la transición de una formación tecnológica a la universitaria, a continuación:

- Redes y cooperación: en cooperación con organizaciones del orden nacional e internacional, se realizan actividades que garantizan la visibilidad institucional en ámbitos nacionales e internacionales. Entre las redes académicas en las cuales se participa, y han permitido la participación e intercambio de experiencias académicas, se pueden mencionar:
 - A nivel local: Mesa IEST, BdotNET.
 - Del orden nacional: Red Colombiana de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines (REDIS).
 - De impacto internacional: Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions LACCEI.
- Asignaturas en modalidad b-learning: dentro de sus lineamientos académicos, la FUSM establece que una asignatura por semestre se debe desarrollar en modalidad b-learning, para todos los programas presenciales de la institución. De esta manera, se flexibiliza en espacio y tiempo el acceso del estudiante al proceso de formación por lo menos desde estas asignaturas.

- Respuesta a necesidades formativas: la Institución estimula la participación sectorial, el programa cuenta con estrategias que permiten contar con una oferta académica sintonizada con las necesidades cambiantes del sector productivo. En primer lugar, mediante la percepción del desempeño de los estudiantes en el sector productivo; con visitas de evaluación en el lugar de trabajo de estudiantes que cursan últimos semestres se pueden identificar necesidades de formación. Del mismo modo, la participación en la mesa sectorial de teleinformática permite conocer la percepción del sector productivo frente a los egresados de los programas académicos del sector TI.
- La participación de representantes del sector productivo en los comités curriculares del programa y en las sesiones de grupos focales: estas acciones se irradian al plan de estudio del programa contando con estructuras académicas funcionales que respondan a las necesidades y exigencias del sector. Aporta ingenieros de sistemas con pertinencia y preparados para desenvolverse en el sector productivo, participe de su proceso de formación.
- Aprendizaje basado en problemas y proyectos: desde las estrategias de aprendizaje, a partir de proyectos, se aborda la solución de problemas reales del sector productivo, desde el aula de clase. De este modo se facilita la integración de asignaturas en el desarrollo de la estrategia de aprendizaje por proyectos. Con el proyecto integrador se reconocen e identifican los elementos transversales de conexión entre las diferentes asignaturas, que permiten al estudiante precisar la importancia de su formación en el desarrollo de sus actividades laborales.
- Trabajo en equipo de los docentes en proyecto integrador: la estrategia de aprendizaje por proyectos permite el trabajo interdisciplinario de los docentes de acuerdo con los lineamientos que exige cada proyecto integrador, donde se busca la participación de la comunidad académica en los diferentes roles que compete a su profesión. Por lo cual se elabora una planeación donde se clarifica el tema a realizar y la estrategia a seguir dentro de la elaboración del producto final.

Los docentes son los encargados de acompañar, orientar y fortalecer el proceso de planeación y ejecución de los respectivos trabajos que cada ciclo realiza; basados en sus campos de acción, experiencia y conocimientos adquiridos.

La comunicación y la interacción entre docente y estudiante permiten que la experiencia realizada dentro de la institución ayude a la formación del estudiante; brinda la oportunidad de ejercer en la realidad un posible escenario cotidiano experimentado en su medio laboral. Además, permite ser punto de encuentro de diferentes aristas de formación que aporta la institución; evidenciado en el desarrollo de las asignaturas del plan de estudios. Por último, aporta a la consecución de lo presentado por la comunidad académica, frente a sus respectivos grupos evaluadores; encargados de determinar si ha cumplido con los estándares de competencias que ofrece el programa.

Finalmente, luego de establecer los parámetros que permiten la justificación de los contenidos curriculares y su relación con los propósitos de formación del programa, se pudo consolidar un perfil de formación que ha tenido en cuenta la interdisciplinariedad y la flexibilidad en el programa. Resulta entonces un perfil dual, con un componente laboral y otro ocupacional, con relación al primero se tiene un profesional que está en capacidad de apoyar procesos de capacitación a usuarios finales y brindar soluciones tecnológicas en diferentes contextos, por otra parte se destacan las competencias del profesional para participar en procesos de planificación, análisis y diseño. Además de evaluar y gestionar y brindar soluciones tecnológicas en diferentes contextos en donde se requiera el uso de las TIC. El currículo, contenido dentro de las políticas académicas e institucionales es clave en la articulación con los otros procesos, lo cual lleva al buen cumplimiento de las labores académicas, de docencia y formativas.

Referencias bibliográficas

- [1] Fundación Universitaria San Mateo. (2018). Proyecto Educativo Institucional. Bogotá D.C.: FUSM. Recuperado de: <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/P.E.I-2018.pdf#page=1&zoom=auto,-99,217>
- [2] Schlager, K. J. (1956). Systems Engineering-key to Modern Development. *IRE transactions on engineering management*, (3), 64-66.
- [3] Hall, A. D. (1962). *A Methodology For Systems Engineering*. Van Nostrand.
- [4] Norton, P., & Arellano, J. A. V. (2000). *Introducción a la computación (No. 004.07 N677I 2000)*. McGraw-Hill.
- [5] Hopcroft, J. E., Motwani, R., & Ullman, J. D. (2008). *Teoría de autómatas, lenguajes y computación*. Addison Wesley.
- [6] Prieto, A., Lloris, A., & Torres, J. C. (1989). *Introducción a la Informática (Vol. 20)*. McGraw-Hill.
- [7] Von Foerster, H. (1996). *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: Gedisa.
- [8] Mulder, Fred & Weert, Tom. (2001). IFIP/UNESCO's *informatics curriculum framework 2000 for higher education*. SIGCSE Bulletin. 33. 75-83. 10.1145/572139.572177.
- [9] The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery (2001). *Computing Curricula 2001, Computer Science*. Recuperado de: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2001.pdf>
- [10] CareerSpace Way to Grow (2020). *Careers space*. Recuperado de: <https://www.careerspace.com/>
- [11] Association for Computing Machinery. (2020). *Curricula Recommendations*. Recuperado de: <https://www.acm.org/education/curricula-recommendations>
- [12] Schlager, K. J. (1956). Systems Engineering-key to modern development. *IRE Transactions on Engineering Management*, (3), 64-66.
- [13] Li, B. (2015). *Development of an Integrity Evaluation System for Wells in Carbon Sequestration Fields*. University of Louisiana at Lafayette.

- [14] Palmer, J. D., Sage, A. P., Sheridan, T. B., Smith, M. H., & Tien, J. M. (2003). The IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society: historical development, current status, and future perspectives. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 33(1), 13-23.
- [15] Cristian. (2010). Historia ingeniería de sistemas e informática [Entrada de blog]. Recuperado de: <http://ingenieriadesistemaschristian.blogspot.com.co/>
- [16] Education, I. N. C. O. S. E., & Research Technical Committee. (2004). *Directory of Systems Engineering Academic Programs*.
- [17] Cristian. (2010). Historia ingeniería de sistemas e informática [Entrada de blog] Recuperado de: <http://ingenieriadesistemaschristian.blogspot.com.co/>
- [19] Gorod, A., White, B. E., Ireland, V., Gandhi, S. J., & Sauser, B. (Eds.). (2014). *Case studies in system of systems, enterprise systems, and complex systems engineering*. CRC Press.
- [20] Gorod, A., White, B. E., Ireland, V., Gandhi, S. J., & Sauser, B. (Eds.). (2014). *Case studies in system of systems, enterprise systems, and complex systems engineering*. CRC Press.
- [21] Yadav, R. S. Improvement in the V-Model. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(2), pp. 1-8.
- [22] Ramo, S., & Clair, R. K. S. (1998). *The Systems Approach: Fresh Solutions to Complex Civil Problems Through Combining Science and Practical Common Sense*. KNI.
- [23] Park, J. M. (2015). *Finding Effective Responses Against Cyber Attacks for Divided Nations*. United States: Naval Postgraduate School Monterey.
- [24] Bras, R. L., & Stein, J. *lembah-alas-aceh. kpt. co. id Layanan Informasi* 17 Jam.
- [25] Baianu, I. C. (2011). Complexity, Emergent Systems and Complex Biological Systems: Complex Systems Theory and Biodynamics. [Edited book by IC Baianu, with listed contributors (2011)]. *In Complex Systems Theory and Biodynamics* (pp. 1-228). Mainz, Germany: PediaPress.

- [26] Adcock, R. (2007). *Principles and Practices of Systems Engineering*. IN-COSE.
- [27] Honour, E. C. (2004). Understanding the Value of Systems Engineering. *International Symposium* 14(1), pp. 1207-1222.
- [28] Haigh, G. (2007). *Inspirational-and Cautionary-Tales for Would-be School Leaders*. Routledge.
- [29] Sage, A. P., & Olson, S. R. (2001). Modeling and Simulation in Systems Engineering: Whither Simulation Based Acquisition? *Simulation*, 76(2), pp. 90-91.
- [30] Alfa Europe Aid Co-Operation Office (2011-2013). Proyecto Tuning. *Ingeniería de sistemas Christian*. Recuperado de: <http://ingenieriadesistemaschristian.blogspot.com.co/>
- [31] MEN. (2019). *Propuesta de Lineamientos Para la Formación por Competencias en Educación Superior*. Recuperado de: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf
- [32] Gobierno de España, MEN (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. Recuperado de: http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades_y_competencias_siglo21_OCDE.pdf
- [33] Flores, R. P. (2006). *La interdisciplinariedad en la universidad*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31171304>

Investigación del programa académico: elementos prácticos para su formulación

Ricardo Ceballos Garzón¹

Ana Julia Acevedo Urquiaga²

¹ Magister. Scientiarum en geofísica de la Universidad Central (Venezuela), docente investigador en la Fundación Universitaria San Mateo, correo electrónico: rceballos@sanmateo.edu.co

² Docente investigador en la Fundación Universitaria San Mateo, correo electrónico: anajacevedo@sanmateo.edu.co

Resumen

La condición de investigación está relacionada con el fortalecimiento de las competencias adquiridas en cada uno de los ciclos de formación; en un ambiente que toma como referente las tendencias en las disciplinas; con miras a promover el desarrollo e implementación de estrategias y herramientas que lleven a procesos de innovación en la tecnología y la ciencia. De acuerdo con lo anterior, se presentan algunos de los aspectos más importantes sobre la investigación del programa y la forma en la que se estructura tal condición en el documento maestro presentado ante el Ministerio de Educación Nacional (MEN); con miras a la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas.

Palabras clave: Investigación; programa; registro; ingeniería; sistemas.

Reglamentación

Para la Fundación Universitaria San Mateo (FUSM), la función institucional desde la Investigación se define como:

Una actividad esencial del ser humano, consistente en la continua reflexión, sistematización, aprendizaje y enseñanza sistemática del proceso de ampliación y validación del cuerpo de conocimientos propios de la cultura nacional y global, en procura de la resolución de interrogantes o vacíos existentes en dicho conocimiento; hace parte del quehacer institucional como tarea inherente al funcionamiento institucional en pro de la generación de conocimientos y soluciones para los problemas sociales, empresariales e industriales de la comunidad. Se constituye como elemento fundamental que atraviesa todas las actividades académicas; su misión es promover, diseñar, desarrollar e implementar estrategias, como también herramientas de apoyo y proyectos que conlleven a la innovación tecnológica; concebida esta como sistema que privilegia los trabajos investigativos de carácter aplicado y los procesos formativos desde, en y para la investigación [1].

La investigación en la FUSM se relaciona con el proceso de formación académica; involucra en el estudiante el fortalecimiento de las competencias adquiridas en cada uno de los ciclos propedéuticos. Este es un proceso tecnológico, de desarrollo social, innovación y empresarialidad, rodeado de un ambiente

con contenidos y procesos dentro de un contexto de políticas nacionales e internacionales; de acuerdo con las tendencias en las diferentes disciplinas que permitan ser reflejados en un Proyecto Educativo Institucional (PEI). El PEI se basa en políticas de investigación, mediante planes de desarrollo que promueven actividades educativas-formativas e investigativas que se evidencian de la siguiente forma:

(...) enfoque aplicado, que se manifiesta en los procesos formativos desde, en y para la investigación, orientada como actividad educativa fundamental que atraviesa todas las labores académicas y promueve el diseño, desarrollo e implementación de estrategias alternativas y herramientas de apoyo que conllevan a la innovación tecnológica y científica [2].

Desde un proceso transversal, en el que participan docentes y estudiantes, se desarrollan experiencias de investigación; permiten a la comunidad académica conocer los propósitos de una proyección social, mediante la promoción de un espíritu investigador encaminado a la formación profesional de sus egresados. A partir de un trabajo integral desarrollado entre la Vicerrectoría Académica, el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDTEC) y la integración del Comité Focal de la Facultad de Ingenierías y Afines, se busca consolidar la participación de la comunidad académica dentro de los procesos investigativos que se llevan a cabo en cada uno de los programas.

Las condiciones de programa deben garantizar la reflexión en torno a la impronta institucional en sus futuros egresados y sus valores diferenciales como profesionales de un área de conocimiento ante la sociedad. De allí que la formulación de la condición de investigación resulta fundamental para el fortalecimiento de las competencias en los estudiantes en cada uno de los ciclos propedéuticos dispuestos por la institución.

En la Figura 1 se encuentra de forma condensada la estructura en la cual se ha concebido el proceso de investigación en la Fundación Universitaria San Mateo, teniendo como columna vertebral las líneas institucionales de investigación.



Figura 1. Sistema de investigación de la FUSM, elaboración propia.

La investigación, tal como se establece en el PEI, está orientada por las siguientes políticas:

- Consolidar la producción, resultado de procesos de investigación, mediante la cualificación del talento humano, el fomento de estímulos y distinciones para los participantes en proyectos de investigación, ayudantías y trabajos de grado.
- Generar impacto en la comunidad educativa, y la sociedad en general, a partir de la transferencia de los resultados de investigación; su articulación con las problemáticas del entorno (estado, sector productivo y universidad); la divulgación y el vínculo de la investigación formativa con los grupos y líneas de investigación institucional.
- Promover la eficiencia y sostenibilidad del sistema institucional de investigación a través de la evaluación, seguimiento y monitoreo de planes, programas y proyectos, así como la búsqueda de apoyos técnicos, tecnológicos y financieros.
- Promoción de la cultura institucional de investigación, innovación y emprendimiento mediante acciones de sensibilización, formativas, intercambio de experiencias. Aquellas que impulsen iniciativas que generen un ambiente propicio para la investigación, la innovación y el emprendimiento en toda la comunidad académica [3].

Por la naturaleza, el programa de formación por ciclos secuenciales y complementarios (propedéuticos), prioriza un enfoque de investigación aplicada. Se manifiesta en los procesos de investigación formativa, y en los productos generados a partir de los proyectos de investigación institucional liderados por docentes investigadores pertenecientes al grupo.

La organización es determinada a partir de grupos de investigación interdisciplinarios, liderados principalmente por un programa de formación con sus docentes investigadores. Para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de Sistemas; el grupo asociado se denomina Gestión y desarrollo de soluciones tecnológicas de ingeniería para las organizaciones, liderado por el ingeniero Richar Alberto Rangel Martínez, cuya categorización está en C.

El grupo de investigación mantiene un banco de proyectos actualizado semestralmente, resultado de las propuestas realizadas por los docentes del programa. Estas son evaluadas y validadas por el comité focal de investigación en términos de la pertinencia, en relación con las líneas ya establecidas, de productos finales validados por Colciencias para la categorización del grupo [4].

Los proyectos aprobados por el comité focal de investigación permiten la oferta a los estudiantes de los diferentes niveles [5] interesados en participar como ayudantes de investigación cada semestre, mediante la modalidad de convocatoria. Los estudiantes ayudantes de investigación son seleccionados y asignados a los proyectos de investigación por el comité focal de investigación, según los criterios de excelencia académica, entre estos, su promedio académico y participación en semilleros de investigación [6].

Por otro lado, la FUSM cuenta con los siguientes organismos a nivel institucional para apoyar la gestión del sistema institucional de investigación:

- Comité de investigaciones (comité institucional de investigación): organismo encargado de orientar la investigación de la institución de acuerdo con las políticas establecidas en el PEI. Controla el avance del plan de desarrollo institucional en cuanto a los programas de investigación, y emite el concepto final sobre la viabilidad técnica, operativa y financiera de los proyectos de investigación aprobados por los comités focales de investigación. Este comité está conformado por la vicerrectoría académica, los decanos de facultad, líderes investigadores, y un representante de los semilleros de investigación.
- Comité de ética: órgano consultor y asesor del Consejo Académico, se ocupa de velar por la aplicación del régimen de propiedad intelectual de la FUSM y emitir concepto sobre las controversias que surjan en su aplicación. Los miembros del comité de ética son los mismos del comité institucional de investigación y un representante del Departamento Jurídico.
- Centro de Desarrollo Tecnológico (CDTEC): unidad académica – administrativa, encargada de la dirección, promoción, asesoría, gestión y regulación de los diferentes componentes del sistema institucional de la investigación de la FUSM.

Áreas de investigación

Las áreas de investigación aportan al grupo de investigación a través de proyectos de investigación institucional en forma de ayudantías o trabajos de grado, además de propuestas que surgen desde los semilleros. A continuación, se presentan las áreas de investigación:

- **Construcción de software:** esta área de la ingeniería de sistemas se relaciona con la aplicación práctica del conocimiento en el diseño y realización de programas para computadores. El desarrollo de software es la línea que fundamenta esta área; busca tener herramientas para analizar y generar nuevas metodologías de desarrollo u optimizar los procesos existentes [7].
- **Multimedia:** se exploran las tecnologías que permiten el manejo de medios de expresión tales como texto, imágenes, vídeo y sonido. Su aplicación se da en campos como el cine y la televisión, con lo cual se presenta la información de una manera interactiva, atractiva e impactante. Por otro lado, el desarrollo de contenidos digitales genera un impacto en temas de educación, información y publicidad; temas que ameritan la implementación de estrategias de investigación para la solución de problemas específicos en estos temas [8].
- **Infraestructura tecnológica:** El área de este tema se compone por el conjunto de hardware y software que integran un proyecto. Un sistema que permite el desarrollo de la operación de una organización, además de proyectos de investigación que se ocupen de temas para mejorar los procesos de conectividad y diseño de nuevos protocolos de comunicación [9].
- **Seguridad informática:** parte de la informática que trabaja en la protección de la infraestructura computacional, lo relacionado con esta y su seguridad. El enfoque se da en la protección de la información; garantiza su confidencialidad, integridad y disponibilidad. También busca una ampliación en los métodos para mejorar la seguridad de la información y analizar los riesgos existentes en los sistemas [10].
- **Área de gestión tecnológica:** se caracteriza por formar profesionales con conocimientos profundos y sólidos, en técnicas sobre la gestión de proyecto; mejorar la forma de los procesos, así como las buenas prácticas en procesos tecnológicos que hagan un acercamiento entre la industria y la academia [11].

Subyacente a las áreas previamente mencionadas, se encuentran las líneas de investigación. Estas son:

Desarrollo de software.

- Objetivo: desarrollar proyectos orientados al diseño, análisis e implementación de soluciones de software en diferentes ambientes, en donde se solucionen problemas de manera ágil y eficiente.
- Logros de la línea: se han desarrollado varias iniciativas de soluciones de software; han orientado los esfuerzos a soluciones relacionadas con diferentes problemáticas presentadas en la institución y su contexto.
- Efectos de la línea de investigación: se ha establecido un procedimiento para el diseño de interfaces que permitan una mejor interacción del usuario con el sistema (o sistemas de información); también la actualización de algunas dependencias de la institución educativa referente a la sistematización de la información.

Además, se ha establecido una metodología clara de desarrollo de software. Es seguida por los programadores cuando se enfrentan a un proyecto nuevo. Asimismo, el paradigma cliente-servidor se ha venido trabajando y se han hecho análisis y propuestas de proyectos basados en este paradigma [12].

Inteligencia de negocios.

- Objetivo: desarrollar proyectos que utilicen las técnicas de Big Data, aprendizaje de máquina para el diseño, análisis e implementación de soluciones; orientadas a la toma de decisiones en diferentes ámbitos de negocios.
- Logros de la línea: se ha desarrollado una primera fase de análisis de requerimientos para la implementación de las técnicas computacionales que ayuden al desarrollo del proceso de toma de decisiones. Ha sido creado un grupo de trabajo entre profesores y estudiantes que buscan herramientas y procedimientos que permitan mejorar sus habilidades en el análisis de la información.

- Efectos de la línea: generación de un espacio de reflexión y debate sobre la necesidad de tener una metodología de análisis de datos, orientados a las nuevas necesidades de la industria, la academia y el contexto de la institución. El Big Data, como una de las nuevas formas de hacer la representación de la información para la ejecución de varias tareas automáticas, es un buen nicho para la investigación formativa e investigación aplicada en las ciencias de la información [13], [14].

En relación con los núcleos problémicos, la estructura de cada uno de ellos se resume a continuación. Así, para la línea de Desarrollo de software:

- Metodologías ágiles de desarrollo: es necesario conocer y aplicar metodologías de desarrollo ágil, las cuales mejoren las habilidades de los programadores y acorten los ciclos de generación de aplicaciones de software [15], [16].
- Programación de dispositivos móviles: los dispositivos móviles son el soporte de los nuevos negocios que se dan en tecnología computacional. Es necesario realizar el estudio, análisis y generación de técnicas y habilidades para la construcción de aplicaciones orientadas en servicios móviles, como geo-referenciación, e-commerce, e-health y demás tecnologías de servicios de consumo [17], [18].
- Paradigma de programación funcional: uno de los tantos paradigmas de programación existentes es el funcional; se pueden generar estrategias de reducción de líneas de código y elementos que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas de información producidos. Es necesario desarrollar técnicas que permitan la aceptación de este lenguaje y el manejo de frameworks para la apropiación de lenguajes como Scala y Haskell [19], [20].

Para la línea de inteligencia de negocios:

- Minería de datos: se desarrollan técnicas que permiten la implementación de Big Data; el desarrollo de algoritmos eficientes para el manejo de un gran volumen de información y generen resultados de alto impacto en los sistemas actuales de información y comunicación [21].

- Sistemas inteligentes: es un amplio campo de investigación. Estudia la forma de generar sistemas que simulen comportamientos bio-inspirados y permitan optimizar operaciones de manejo de información, de manera que se puedan resolver problemas en un gran espectro de aplicaciones cotidianas. El manejo de agentes inteligentes, algoritmos genéticos, programaciones evolutivas, redes neuronales, lógica difusa, son algunos de los campos a investigar [22].
- Machine learning: una de las técnicas de aprendizaje de máquina. Las aplicaciones, dirigidas a la solución de problemas de clasificación, generación de contenidos automáticos, procesamiento de lenguaje natural, hacen que este campo sea de gran interés y desarrollo en la industria de la computación [23], [24], [25].

Formación investigativa de estudiantes

La FUSM toma como referencia la Ley 749 de 2002, con miras a establecer elementos de competencia en la construcción del saber investigativo. En el primer artículo manifiesta:

(...) instituciones técnicas profesionales. Son instituciones de Educación Superior, que se caracterizan por su vocación e identidad manifiesta en los campos de los conocimientos y el trabajo en actividades de carácter técnico, debidamente fundamentadas en la naturaleza de un saber, cuya formación debe garantizar la interacción de lo intelectual con lo instrumental lo operacional y el saber técnico.

Estas instituciones podrán ofrecer y desarrollar programas de formación hasta nivel profesional, solo por ciclos propedéuticos en las áreas de ingeniería, tecnología de la información y administración, siempre que se deriven de los programas de formación técnica profesional y tecnológica que ofrezcan, cumpliendo con los requisitos señalados por la ley [5].

Además, la interpretación de la Política Marco de Investigación, Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector educativo de la educación superior manifiesta que:

(...) tiene como punto de partida lograr que el conceso alrededor de la concepción del conocimiento sea de bien público, se exprese ampliamente y en toda su potencialidad. Este punto de partida permite que los lineamientos de política pública tengan significado y sentido, en términos del reconocimiento del país de regiones que somos, en pos de la construcción de una nación soberana, libre, moderna, democrática y equitativa [6].

La investigación, dentro de la institución, busca el fortalecimiento de las competencias investigativas de los estudiantes, teniendo en cuenta que se establecen programas orientados en el desarrollo de los ciclos propedéuticos.

Nivel técnico.

Aplica soluciones instrumentales a problemas identificados mediante el uso de diferentes fuentes de información; además, elabora reportes sobre los procesos realizados y las metodologías aplicadas para mejorar las situaciones que le plantea el contexto.

En el nivel técnico se establece la importancia de aplicar sus conocimientos en el desarrollo de instrumentos que recopilen información. Como referencia toma argumentos bibliográficos reconocidos para el aporte de soluciones a problemas planteados.

A partir de la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en las aulas de clase y otros escenarios, comienza a relacionarlos con los elementos experienciales desarrollados en sus investigaciones. De esta manera, integra sus competencias, de acuerdo con su grado de formación.

Nivel tecnológico.

Define criterios de análisis y comparación de datos para solucionar problemas, aplicando metodologías estándar con informes estructurados para solucionar problemas. En el nivel tecnológico se busca que los estudiantes establezcan comparación entre la recolección de herramientas de datos, así como el desarrollo de herramientas metodológicas enfocadas a dar soluciones a problemas planteados. Lo anterior forma parte de los elementos que ayudan a analizar los componentes de formación respecto a los elementos establecidos dentro del campo experiencial, con su campo de formación.

Nivel universitario.

Propone proyectos de investigación para la solución de problemas del contexto, a través de la aplicación interdisciplinar de los saberes de profesión. A nivel universitario se busca desarrollar elementos de contraste que ayuden a los profesionales a realizar una descripción del problema a analizar. Lo evidencia desde diferentes argumentos que ayuden a establecer una posible solución, mediante a interacción del conocimiento con los elementos que se desarrollan en cada una de las áreas de la realidad. Con estas características definidas por los estudiantes se procede a la ejecución del plan, que busque demostrar el análisis realizado de los procesos de indagación.

Dentro del plan de estudios, en el área de formación básica el programa adopta el componente de formación investigativa; inicia con la asignatura de Metodología de Estudio en primer semestre. Esta desarrolla competencias básicas en comprensión lectora, elaboración de textos y consultas bibliográficas; resalta la importancia de aquello relacionado con los fundamentos, los conceptos, las ideas y los principios de la actividad académica. Lo anterior es fundamental en la formación profesional de cualquiera de las áreas; es una herramienta imprescindible para la elaboración y puesta en práctica de hábitos de estudio y del diseño de sus propias estrategias de aprendizaje.

En el tercer semestre los estudiantes toman la asignatura Metodología de la Investigación. La asignatura trata las competencias necesarias para desarrollar procesos de investigación; lleva a cabo la observación directa o indirecta de un problema desde la capacidad de análisis, síntesis, creatividad, desarrollo de posiciones críticas, habilidades para el manejo de la información y argumentación, usos gráficos etc. En este sentido, realizan actividades como composición de textos, manejo de normas técnicas para la elaboración de trabajos y desarrollo de competencias en lectura y escritura.

En el nivel tecnológico, específicamente en el sexto semestre, los estudiantes toman la asignatura Metodología de la Investigación Aplicada. Allí se fomenta la capacidad de aplicar técnicas de investigación para el mejoramiento en la presentación de sus trabajos escritos y demás actividades relacionadas, a partir de los elementos teóricos vistos en el curso el estudiante podrá identificar los diferentes enfoques metodológicos y técnicas de investigación en el área de la ingeniería.

En el nivel universitario toman la asignatura Seminario de Investigación. Esta desarrolla habilidades para el planteamiento concreto de los elementos necesarios para desarrollar un proceso investigativo. Lo anterior, por medio de la elaboración de un plan de trabajo teórico y metodológico que garantice el cumplimiento de los objetivos trazados y la presentación de productos finales en diferentes niveles. En el nivel universitario, se concluye con la opción de grado en décimo semestre en la cual el estudiante puede optar por alguna de las siguientes modalidades:

- Ayudantía de investigación: esta actividad investigativa consiste en participar en una investigación de carácter institucional bajo la dirección de un docente investigador. El objetivo de tal proceso es la formación del estudiante en cuanto a la consolidación de productos de investigación tales como artículos científicos, posters, capítulos de libro y ponencias en eventos académicos.
- Trabajo de grado: es la opción en la cual el estudiante presenta una propuesta de investigación desde su área disciplinar y la desarrolla bajo el acompañamiento y direccionamiento de un tutor (docente investigador) disciplinar. Además, cuenta con el acompañamiento del CDTEC en lo correspondiente a la parte metodológica. Así, al finalizar la elaboración del documento, el estudiante presenta de forma pública los resultados de su monografía, siendo evaluado por los jurados asignados y el tutor.
- Seminario de grado: consiste en la programación de un ciclo presencial en torno a una temática específica afín al programa, y enmarcada en las líneas de investigación institucional y/o específica. Su propósito es la actualización y/o perfeccionamiento disciplinar, sin abandonar las estrategias metodológicas, que lleven al participante a un proceso de formación para la resolución de problemas del contexto.

El alcance en los procesos de investigación está relacionado con la elaboración de productos finales como artículos científicos de divulgación, posters, capítulos de libro, que puedan llegar a ser publicados en revistas, presentados en eventos académico-científicos; además de monografías, trabajos de grado de pregrado e informes técnicos finales.

Los proyectos son divididos en fases que buscan objetivos parciales pero que garanticen la consecución del objetivo general de cada investigación. La labor de los estudiantes, en las ayudantías, es apoyar a los docentes investigadores en la realización del proyecto de investigación; en tareas específicas como levantamiento de información para realizar estados del arte; realizar simulaciones según los parámetros dados; realizar montajes o maquetas que permitan el desarrollo de montajes experimentales; ejecuta cálculos teóricos o una combinación. Dichos aportes conducen a la obtención de material para artículos que puedan ser publicables en revistas indexadas, presentaciones en congresos, y demás actividades de carácter académico e investigativo.

Organización del trabajo investigativo

En [1] proponen cuatro (4) programas para desplegar las políticas en investigación propuestas en el PEI, y el logro de las metas de desarrollo propuestas. El plan de desarrollo de investigación para el programa, articulado con el plan de desarrollo institucional, en el componente de investigación es el siguiente:

Plan para el desarrollo de la investigación.

En la actualidad, están implementando acciones relacionadas con la búsqueda de la recategorización del grupo de investigación en Colciencias. En este sentido, se ha motivado la participación de los docentes en el proceso investigativo. La idea es incrementar el número de productos relacionados, con docentes de alto nivel, que promuevan una producción investigativa de calidad.

La FUSM, desde las estrategias de compromiso social, relacionadas con la inclusión, para el programa de ingeniería de sistemas busca generar proyectos de investigación que permitan la interacción de los diferentes integrantes de la comunidad educativa y del contexto de la institución. En este sentido, la idea es que los proyectos generen algún impacto sobre la comunidad en general; la transferencia de resultados deberá ser socializada en encuentros de investigación, jornadas de investigación en la Facultad de Ingenierías y Afines, congresos o eventos académicos relacionados.

En términos del impacto generado por dichas investigaciones, se ha incentivado el trabajo de los semilleros como estrategia para la consolidación de un trabajo investigativo ordenado y metódico. Debe cumplir con los requerimientos de alta calidad exigidos y tener trascendencia en el tiempo, además de incorporar el componente de emprendimiento (característico de organizaciones competitivas) el cual valora la creación de ideas innovadoras que permitan el desarrollo de proyectos de alta calidad.

Con miras a consolidar la investigación, se busca reforzar la producción. En este sentido, el líder de grupo establecerá las acciones que permitirán la recategorización, según las directrices de Colciencias sobre tal aspecto.

Ambiente de investigación.

Una línea de investigación puede definirse como una perspectiva o prospectiva de trabajo investigativo; existe un eje temático que la va construyendo y sobre el cual se desarrollan proyectos de investigación, ponencias, trabajos de grado, artículos científicos. Lo anterior, basados en un área de interés común (en un primer momento).

En la generación de una cultura investigativa en la FUSM un elemento principal es la organización. Se contempla la necesidad de proyectos de orden institucional desarrollados por docentes investigadores que den paso a la conformación de ejes centrales de investigación sobre los cuales se vayan integrando otros docentes y estudiantes que conformen equipos, grupos, comités y centros de investigación. Esto debe llevar a la formación de grupos de semilleros y líneas de investigación vinculados al CDTEC.

Otro de los elementos fundamentales son los temas o líneas y sus fuentes, donde se entiende como línea de investigación al resultado del trabajo progresivo de los investigadores durante un tiempo determinado, lo que permite conformar equipos de investigadores que desarrollen la formulación y resolución de problemas de investigación en un campo del conocimiento determinado. Se busca establecer la relación entre los fundamentos teóricos y prácticos que son dados en la academia, siendo parte fundamental en la formación de los estudiantes y los problemas de la sociedad que involucran procesos relacionados con la puesta en práctica del saber técnico, tecnológico o profesional, según sea el caso.

Además, dentro de las estrategias para llevar a cabo la formación para la investigación en la institución, se tienen en cuenta, entre otras, involucrar a los estudiantes de los diferentes niveles de formación como auxiliares de investigación para las líneas. Allí deben realizarse proyectos de investigación de mayor alcance; donde puedan aprender a formular problemas de investigación, proyectos, hipótesis, diseño de la metodología más apropiada, recoger, procesar y analizar datos, argumentar, inferir y defender posturas, con el profesor que investiga. Lo anterior, a partir del análisis de resultados, además de las conclusiones que se puedan desprender del proyecto.

Lo anterior permite vincular en las líneas de investigación de la FUSM los programas de semilleros de investigadores en el marco de la formación para la investigación como eje fundamental del desarrollo de una cultura investigativa en la institución y para la formación de habilidades y destrezas investigativas en los estudiantes. La FUSM incentiva y fomenta la creación y desarrollo de los semilleros de investigación en la Facultad de Ingeniería y Afines, teniendo en cuenta su relevancia en el proceso investigativo. A continuación, se presenta el proceso de investigación desde los semilleros en la Facultad de Ingeniería de la FUSM.

- Definición semilleros de investigación: un semillero se constituye en un espacio de formación y de motivación hacia los estudiantes en cuanto a la investigación. Es algo que trasciende el proceso académico formal, disciplinar, y permite dinámicas relacionadas con la adquisición de competencias en investigación. Las propuestas investigativas en los semilleros surgen desde los integrantes y llegan a constituir proyectos guiados por profesores líderes-investigadores (tutores) con cierta experiencia en tales procesos. La participación de los estudiantes es motivada por sus intereses referentes a la investigación y por su gusto por aprender y conocer, el tiempo de permanencia de un estudiante en un semillero trasciende en los semestres, en estos semilleros se pueden consolidar monografías o trabajos de grado de pregrado.

El semillero de investigación es un espacio constituido por estudiantes y docentes que demuestran intereses y expectativas en el proceso de investigación y tiene como finalidad:

- Incentivar la capacidad crítica, creativa, reflexiva y argumentativa de los estudiantes pertenecientes al semillero; es un espacio de participación en investigación.

- Familiarizar a los estudiantes con los métodos y técnicas en investigación en sus diferentes formas, cuantitativa y cualitativa.
- Promover en los estudiantes el trabajo grupal y multidisciplinar, en este sentido los semilleros deben realizar actividades concretas que permitan la obtención de productos finales tales como artículos, informes técnicos, etc.

Las actividades y productos generados desde los semilleros de investigación son:

- a. Lectura, discusión y análisis de artículos científicos, revisión de su estructura, estado del arte, aportes significativos, bibliografía.
- b. Estudios de caso, modelado teórico y experimental, análisis de datos.
- c. Participación en seminarios, congresos y eventos académico-científicos.
- d. Construcción de estados del arte y revisiones bibliográficas en bases de datos. Se busca que las actividades realizadas en los semilleros generen productos finales tales como:
 - a. Formulación, ejecución y planeación de proyectos de investigación.
 - b. Publicación de artículos de divulgación, capítulos de libro.
 - c. Ponencias o posters en eventos académico-científicos.
 - d. Desarrollo de Software y Aplicaciones.
 - e. Desarrollo de Prototipos.

La estructura presentada anteriormente constituye los pilares de la condición de investigación para los programas de Técnica Profesional en Soporte de Sistemas Informáticos, Tecnología en Desarrollo de Software e Ingeniería de sistemas. Lo anterior, con miras a consolidar el grupo de investigación y con un objetivo claro: el mantenimiento de su categoría o su recategorización. La

condición de investigación está relacionada con la fundamentación teórica de los estudiantes y su pensamiento innovador, lo cual lleva a una capacidad de argumentación y construcción de conocimiento para la solución de problemas que surgen en la industria o en diferentes contextos, como se pudo evidenciar anteriormente debe existir coherencia entre el ciclo de formación y las competencias desarrolladas, en el caso de la FUSM este proceso está en continua renovación, y ha tenido logros significativos que han permitido la participación de los estudiantes y los docentes, por ejemplo artículos de alto nivel que han sido publicados en revistas indexadas de alto nivel [26], [27], [28], [29].

Referencias Bibliograficas

- [1] Fundación Universitaria San Mateo. (2019). *Plan de Desarrollo Institucional (2018-2021)*. Recuperado de: <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/plan-de-desarrollo-institucional-2018-2021.pdf>
- [2] Fundación Universitaria San Mateo. (2012). *Estatuto de Investigaciones*. Recuperado de: <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/estatuto-investigacion.pdf>
- [3] Fundación Universitaria San Mateo. (2018). *Proyecto Educativo Institucional*. Recuperado de: <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/P.E.I-2018.pdf>
- [4] Colciencias. (2016). *Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores*. Recuperado de: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf
- [5] Ministerio de Educación Nacional (19 de julio de 2002). *Ley 749*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86432_Archivo_pdf.pdf
- [6] Consejo Nacional de Educación Superior. (2013). *Política Marco De Investigación, Ciencia, Tecnología E Innovación En El Sector De La Educación Superior 2034*. Recuperado de: https://www.dialogoeducacionsuperior.edu.co/1750/articles-327656_documento_propuesta_ciencia_tecnologia_innovacion_oct_22.pdf
- [7] Meyer, B., Katrib Mora, M., García Bermejo, R., & Sánchez, S. (1999). *Construcción de software orientado a objetos*.
- [8] W. Zhu, C. Luo, J. Wang and S. Li. (2011). Multimedia Cloud Computing. *IEEE Signal Processing Magazine*, 28(3), pp. 59-69.
- [9] Barros, A. (2010). El comportamiento de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones/The response of the communications technological infrastructure. *Cuadernos. info*, (26), 123-137.

- [10] López, P. A. (2010). *Seguridad informática*. Editex.
- [11] Solleiro, J. L., & Castañón, R. (2008). *Gestión tecnológica: conceptos y prácticas (No. 658.514)*.
- [12] DE RED, I. S. (AÑO). II PARADIGMA CLIENTE/SERVIDOR.
- [13] Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: la revolución de los datos masivos*. Turner.
- [14] Aguilar, L. J. (2016). *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Alfaomega Grupo Editor.
- [15] Canós, J. H., & Letelier, M. C. P. P. (2012). *Metodologías ágiles en el desarrollo de software*.
- [16] Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006). *Metodologías ágiles para el desarrollo de software: Xtreme Programming (XP)*.
- [17] Mantilla, M. C. G., Ariza, L. L. C., & Delgado, B. M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), pp. 20-35.
- [18] Sánchez Ledesma, F. A., Ortiz Ortiz, O., Pastor Franco, J. Á., & Alcover Garau, P. M. (2013). *Aprendizaje de los lenguajes de programación en la educación universitaria a través de dispositivos móviles*.
- [19] Rivadera, G. R. (2008). La programación funcional: un poderoso paradigma. *Cuadernos de Ingeniería*, (3), pp. 63-77.
- [20] Trejos-Buriticá, O. I. (2017). Metodología para aprender programación funcional en ingeniería de sistemas aplicando teoría de aprendizaje por descubrimiento. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), pp. 69-75.
- [21] López, C. P. (2007). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Editorial Paraninfo.
- [22] Molina, M. (2006). *Métodos de resolución de problemas: Aplicación al diseño de sistemas inteligentes*.
- [23] Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning*. MIT press.

- [24] Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*.
- [25] Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of machine learning*. MIT press.
- [26] Rodriguez, A. O. R., Mateus, D. E. C., Gaona-García, P. A., Gómez-Acosta, A., & Marin, C. E. M. (2019). Segmentation Methods for Image Classification Using a Convolutional Neural Network on AR-Sandbox. IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (pp. 391-398). Springer. ISSN: 1868-4238
- [27] Gaona-García, P. A., Herrera-Cubides, J. F., Riaño, K., Alonso, J. I., & Gómez-Acosta, A. A Fuzzy Logic Model Based on Web of Trust to Access Linked Open Data Resources. *Advanced Science Letters*, 25(1), 15-20. ISSN: 1936-6612.
- [28] Arias, O. V., González, Á. J., Gaona-García, P., Montenegro-Marin, C., & Sánchez-Cifuentes, J. Applying Fuzzy Logic Rules to Predict Computer Attacks on Honeynets. *Advanced Science Letters*, 25(1), 10-14. ISSN: 1936-6612.
- [29] Sánchez-Cifuentes, Joaquín & Ospina, Juan P (2019). An address allocation protocol for ad hoc networks through pollen dispersion algorithms. *Communications in Computer and Information Science (CCIS)*.



Fundación Universitaria
SAN MATEO

Editorial