



**Universidad
de Medellín**
Ciencia y Libertad

PEP

Plan Educativo del Programa

2018

Programa de Ingeniería de Sistemas

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA
INGENIERÍA DE SISTEMAS



**Universidad
de Medellín**
Ciencia y Libertad

Tabla de contenido

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	Fundamentos institucionales.....	5
2.1	Naturaleza.....	5
2.2	Reseña Histórica.....	5
2.3	Misión, visión, política de calidad y valores.....	8
2.3.1	Misión.....	8
2.3.2	Visión.....	8
2.3.3	Valores y Principios	8
2.4	Modelo pedagógico	9
2.4.1	Síntesis	9
2.4.2	Desarrollo conceptual	11
2.4.3	Estructura curricular	13
2.4.4	Normatividad de la renovación curricular	14
2.5	Objetivos del Programa	15
2.5.1	Objetivo general.....	15
2.5.2	Objetivos específicos.....	15
2.6	Objeto de estudio del Programa.....	15
2.7	Competencias del Programa	17
2.7.1	Competencias específicas	17
2.7.2	Competencias transversales	18
2.8	Perfil ocupacional.....	19
2.9	Relación del programa con el PEI.....	19
3	Contextualización.....	25
3.1	Historia de la ingeniería de sistemas	25
3.2	Normatividad relacionada con ingeniería de sistemas.....	26
3.3	Mercado laboral de los ingenieros de sistemas.....	27
3.4	Tendencias de investigación (Todos)	28
3.5	Referentes nacionales e internacionales	29
3.6	Estado actual del programa	33

3.6.1	Estudiantes.....	33
3.6.2	Profesores	35
3.6.3	Currículo	36
3.6.4	Extensión.....	36
3.6.5	Investigación	37
3.7	Grupo de investigación	38
3.7.1	Misión.....	38
3.7.2	Visión.....	38
3.7.3	Líneas de investigación	38
3.7.4	Estrategias de desarrollo.....	45
4	Plan de formación	45
4.1	Acuerdos académicos	45
4.2	Estructura curricular	46
4.3	Requisitos académicos.....	47
4.4	Unidades de organización curricular	49
4.4.1	UOC Ciencias Básicas de Ingeniería	51
4.4.2	UOC Diseño y Programación de Algoritmos	52
4.4.3	UOC Desarrollo de Soluciones de Software	52
4.4.4	UOC Infraestructura y Seguridad	53
5	Gestión curricular.....	53
5.1	Evaluación de los aprendizajes	55
5.2	Instrumentos de evaluación del currículo	56
5.3	Políticas de capacitación.....	57
6	Políticas, estrategias y metas administrativas	58
7	Políticas, estrategias y metas en investigación.....	62
8	Políticas, estrategias y metas en extensión	64
9	Políticas, estrategias y metas en internacionalización	65
10	Políticas, estrategias y metas en comunicación.....	68
11	Relación con los posgrados.....	68
12	Bibliografía	69

1 INTRODUCCIÓN

2 Fundamentos institucionales

2.1 Naturaleza

La Universidad de Medellín es una institución de educación superior sin ánimo de lucro, de carácter privado, que ofrece programas de formación universitaria mediante currículo integrado o por ciclos, de formación avanzada, educación no formal y educación continuada.

Está sujeta al régimen jurídico previsto en el título 36 del Código civil colombiano. Tiene su domicilio en la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia, República de Colombia - Suramérica - y está facultada para establecer dependencias o secciones académicas, culturales, o administrativas en otros sitios del país o del exterior, de conformidad con las exigencias legales.

Imparte educación superior con su carácter de servicio público.

Su personería jurídica se le reconoció por Resolución 103 de 31 de julio de 1950, del Ministerio de Justicia y la aprobación de sus estatutos y reglamentos originales y la autorización para expedir títulos académicos, por Resolución número 1335 de 30 de mayo de 1952, del Ministerio de Educación Nacional. Puede realizar cuantas operaciones civiles, comerciales o administrativas sean necesarias para lograr sus fines.

2.2 Reseña Histórica

La Universidad de Medellín nació como respuesta a la intolerancia y a la persecución ideológica, desatada en el país desde 1948, que afectaron a amplios sectores de la sociedad en todas las escalas sociales y en las diversas actividades económicas e intelectuales.

Esto llevó a que un grupo de personalidades, haciéndose voceros de importantes sectores de la comunidad antioqueña, pensaron en crear una institución universitaria que implantara la cátedra libre, de modo responsable, y que hiciera del trabajo intelectual un motor para impulsar el desarrollo del país.

Después de múltiples reuniones y discusiones, se decidió crear la Corporación Universidad de Medellín. Esta voluntad se protocolizó en un acta suscrita por parte de los 76 fundadores. El primero de febrero de 1950, en una vieja casona ubicada en el barrio Buenos Aires, cuarenta estudiantes de la Facultad de Derecho y 112 jóvenes matriculados en el Liceo, constituyeron la población estudiantil que hizo realidad el proyecto de la nueva institución.

La idea rectora de la Universidad, desde su fundación, ha sido siempre ofrecer educación libre y sin limitaciones por razones políticas, raciales, sociales, religiosas o de otro orden cualquiera y fomentar la investigación científica orientada a buscar solución a los problemas colombianos.

En 1961, la Universidad se trasladó a la ciudadela universitaria de Belén Los Alpes, asiento hoy de la infraestructura que le permite desarrollar sus programas de pregrado y de posgrado. La ciudadela universitaria, con 135.434 m² construidos en una superficie total de 370.000 m², ofrece una estructura física y de servicios que posibilita la ejecución de la propuesta educativa soñada por los fundadores y adaptada a las necesidades de la comunidad académica.

En este escenario, aquella visión original, va encarnándose en la misión responsable, permanente y actualizada por las actividades educativas que la Universidad de Medellín ofrece a la sociedad.

ACTA DE FUNDACIÓN

Los que al final del presente documento suscribimos, todos mayores de edad y vecinos de Medellín, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Que los establecimientos de educación secundaria y las dos universidades que existen en el departamento de Antioquia, por muy diversas circunstancias se ven obligados a limitar sus cupos de admisión, al extremo de que año por año un gran número de aspirantes a ser admitidos en tales establecimientos ven frustradas sus aspiraciones y tienen que orientarse en otras actividades, con menoscabo de los altos intereses de la Patria y de la Cultura;*
- b) Que es el propósito de los que suscribimos el presente documento propugnar por la enseñanza sin limitaciones ni restricciones por razones de raza, sexo, convicciones políticas o cualesquiera otras;*
- c) Que la universidad colombiana debe cumplir, además de las funciones simplemente docentes, una función social y de orientación de la vida nacional, en sus diversos aspectos, mediante el establecimiento de centros de investigación y de divulgación de temas científicos colombianos;*
- d) Que es necesario dar a la educación profesional más seriedad y responsabilidad, mediante la intensificación de los estudios, sobre todo los de orden práctico, y la aplicación rigurosa de reglamentos educacionales más drásticos, para evitar el desprestigio de las profesiones;*
- e) Que a la universidad colombiana debe dársele una orientación más definitivamente democrática para hacerla accesible a todas las clases sociales y en especial a las clases menos favorecidas;*
- f) Que para la solución de los problemas expuestos y el cumplimiento de los propósitos enunciados es indispensable la creación de una nueva universidad,*

Declaramos por el presente acto constituida la corporación denominada “UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN”, sujeta al régimen jurídico previsto por el título 36 del Código Civil y el régimen interno y administrativo que se establezca en los correspondientes estatutos, los que deberán contener los siguientes postulados fundamentales:

- 1. El objeto de la corporación es ofrecer enseñanza libre, sin limitaciones por razones políticas, raciales o de otro orden cualquiera, y fomentar la investigación científica, orientada a buscar la solución de los problemas colombianos;*
- 2. El núcleo inicial de la institución lo constituirán una Facultad de derecho y una sección anexa de bachillerato, según el pensum oficial y algunas cátedras, escuelas o seminarios especiales para la investigación y divulgación de temas científicos aplicados a la vida nacional, y encaminados al afianzamiento de las instituciones democráticas;*
- 3. La universidad irá creando otras facultades, escuelas y secciones, a medida que las circunstancias lo permitan. Entre las escuelas o cátedras especiales deberán funcionar de inmediato las siguientes: de legislación obrera y cuestiones laborales; de cuestiones económicas nacionales; de periodismo y orientación informativa, y de estudios constitucionales y administrativos colombianos;*

4. Son socios fundadores de la corporación los que suscriben la presente acta, mediante el compromiso solemne de prestar su concurso personal gratuito o su concurso económico en la cuantía mínima que señale la asamblea general. El concurso personal consistirá en la obligación de dictar una cátedra o de desempeñar alguna otra tarea intelectual durante dos horas diarias por un lapso mínimo de dos años.

Para ser socio con derecho a voto, con posterioridad a la suscripción y protocolización de la presente acta, se requiere la admisión mediante el cumplimiento de los requisitos que establezcan los estatutos;

5. Los socios se dividen en dos categorías: activos y contribuyentes. Son socios activos aquellos cuyo aporte es de orden intelectual y contribuyentes los que prestan un concurso meramente económico. Los socios contribuyentes con derecho a voto no pueden exceder de un cuarenta por ciento (40%) del total;

6. La suprema autoridad de la corporación es la Asamblea General de socios, cuyas atribuciones y forma de funcionamiento determinarán los estatutos;

7. La Asamblea de socios elegirá un Consejo de Disciplina, que tendrá entre sus funciones la de calificar las condiciones de admisión y las causales de expulsión de los socios, y la de vigilar la conducta del personal directivo de la corporación;

8. La personería de la corporación la tendrá un Presidente elegido por la Asamblea General de socios en la forma en que se establezca en los estatutos y con las atribuciones que en los mismos estatutos se le otorguen;

9. Las funciones culturales estarán bajo la dirección suprema de un Consejo Directivo compuesto de cinco miembros elegidos en la siguiente forma: tres por la Asamblea General de socios; uno por los profesores y uno por los estudiantes. Cada uno de estos miembros tendrá su respectivo suplente y de él formarán parte el Rector, y los directores de las facultades profesionales con derecho a voz y voto;

10. La dirección administrativa de la universidad estará a cargo de un Rector honorario y de un Vice-Rector, designados por el Consejo Directivo, y de un Secretario-Tesorero, designado por el mismo Consejo de ternas que le presenten el Rector y el Vice-Rector;

11. Habrá un Consejo Académico formado por cinco profesores, el Rector y el Vice-Rector y tendrá, entre otras, las funciones de elaborar los temarios para los exámenes trimestrales y finales, dirigir y calificar las pruebas, elaborar los temarios para los trabajos prácticos de investigación, y revisar y aprobar las tesis de grado que se presenten;

12. Los directores de escuelas, seminarios y cátedras especiales formarán un Consejo de Orientación, cuya función primordial es prospectar investigaciones científicas de temas colombianos y dirigirlas mediante la elaboración de los programas correspondientes y de los reglamentos especiales adaptables a cada rama de investigación científica, cátedra o escuela;

13. Habrá un Consejo estudiantil elegido por todos los estudiantes de la Universidad, para servir de órgano de comunicación entre éstos y las directivas.

En constancia de aceptación integral de los expuestos postulados fundamentales, firmamos la presente acta de constitución, en la ciudad de Medellín a primero de febrero de mil novecientos cincuenta.

(Siguen las firmas de los 76 fundadores)

2.3 Misión, visión, política de calidad y valores

2.3.1 Misión

La Universidad de Medellín, fundamentada en su lema Ciencia y Libertad y comprometida con la excelencia académica, tiene como misión la formación integral, la generación de conocimiento y la promoción de la cultura, en un ambiente crítico, de innovación e inclusión, para contribuir a la solución de problemas, mediante el desarrollo de la Docencia, la Investigación y la Extensión, en su entorno local, regional, nacional e internacional.

2.3.2 Visión

Para 2030 la Universidad de Medellín, inspirada en el pensamiento libre y el desarrollo humano, será reconocida como una de las mejores de Latinoamérica, por su excelencia académica e investigativa, la innovación y la responsabilidad social, en un marco global de pertinencia, inclusión y diversidad cultural.

2.3.3 Valores y Principios

La Tabla 1 muestra los valores y principios de la Universidad de Medellín.

Tabla 1. Valores y principios de la Universidad de Medellín

Valores	Principios
	En la ciencia por la libertad...
	En la libertad para la ciencia
	En la Universidad de Medellín
Justicia	Garantizando, como garantizamos el respeto, la tolerancia, la solidaridad y la libertad intelectual, logramos que efectivamente se dé a cada quién lo que le corresponde según las prescripciones éticas, como la más directa manera de alcanzar la convivencia pacífica y el progreso humano.
Excelencia	Propiciamos la instauración de procesos académicos, investigativos, de extensión y administrativos de óptima calidad, para alcanzar la formación del hombre nuevo que la Universidad pretende, fundamentados en los valores sociales que aseguren convertirnos en pilar fundamental para la coordinación y cooperación con los diversos sectores sociales, con miras a la solución efectiva de problemas concretos en nuestro propio entorno y en el internacional. Formando al hombre coronamos nuestra obra.
Respeto	Reconocemos, aceptamos y apreciamos, por el solo hecho de serlo, la dignidad y cualidades ínsitas del ser humano, así como sus derechos, como fundamento de la pacífica convivencia humana.
Solidaridad	Sentimos y comprendemos como una unidad indisoluble las metas e intereses de la comunidad universitaria. Nada de lo humano nos es ajeno.
Pluralismo	Reconocemos la existencia de múltiples y heterogéneos grupos de intereses sociales e ideológicos, que deben considerarse, aun cuando no coincidan con los nuestros, como factores determinantes en la toma de decisiones académicas o administrativas, aceptando así la existencia de diferentes posiciones de pensamiento. Todo lo posible lo alcanza el conocimiento.

Tolerancia	Aceptamos la diversidad de opinión social, política, étnica, cultural, religiosa o de cualquier otra índole, valorando las distintas formas de entender el mundo, siempre que no contraríen nuestra visión y nuestra misión, y los derechos fundamentales de las personas.
Autenticidad	Actuamos coherentemente con nuestro pensamiento, visión, misión, valores y principios. Somos el resultado de nuestro propio esfuerzo de cada día. Nuestra misión es de aquí y de ahora. La constancia es la fuente de nuestro progreso.
Interdisciplinariedad	Reconocemos, conscientes de la multidimensionalidad del mundo y de nuestra misión de crear y difundir el conocimiento científico, la existencia de varias disciplinas especiales que necesariamente deben relacionarse estrechamente entre sí para evitar que se desarrollen acciones gnoseológicas aisladas o dispersas que propicien un conocimiento segmentado, parcial y por tanto impreciso, en contradicción con los imperativos del verdadero conocimiento científico. Solo superándonos comprenderemos el mundo.

2.4 Modelo pedagógico

2.4.1 Síntesis

El modelo pedagógico de la Universidad de Medellín se constituye a partir de su Acta de Fundación en la cual se plantea que el objeto de esta corporación es “ofrecer enseñanza libre, sin limitaciones por razones políticas, raciales o de otro orden cualquiera y fomentar (...) la cultura investigativa orientada a buscar la solución de los problemas colombianos”. Asimismo, este modelo es guiado por el lema institucional de Ciencia y Libertad.

El lema institucional Ciencia y Libertad posibilita la tensión entre el rigor y la emancipación. La ciencia es y sigue siendo una aventura en torno a la explicación del mundo de la vida como proyecto de saber. La libertad es la capacidad de optar autónoma y conscientemente. La libertad es sinónimo de creatividad o de imaginación creativa, de fidelidad, de aventura, de riesgo, de fraternidad, de locura, de arte. El ser humano es mucho más que ciencia, es libertad para inferir su destino en dignificación y autenticidad. Se pretende formar un ser humano que sea libre para hacer ciencia y que construya ciencia desde la libertad.

Por lo tanto, la enseñanza libre, la cultura investigativa, la solución de problemas, la ciencia y la libertad son los pilares que fundamentan la formación integral de los profesionales de esta Universidad, en un ambiente de excelencia académica, responsabilidad social e internacionalización de sus currículos.

Para concretar los pilares fundamentales del modelo pedagógico, la Universidad de Medellín, mediante currículos flexibles, selecciona la cultura de la humanidad para brindar a sus estudiantes una sólida formación humanística, científica y profesional y diseña sus currículos fomentando el diálogo entre los saberes, posibilitando la doble titulación, incentivando la formación por ciclos, promoviendo la movilidad nacional e internacional, ofreciendo una gama de asignaturas de libre elección y una variedad en las líneas de énfasis que posibilitan la articulación de los programas de pregrado con los de posgrados, brindando una diversidad de opciones de trabajo de grado y profundizando, mediante los conceptos transversales al currículo, en la formación integral, la solución de problemas, el manejo de una lengua extranjera y el desarrollo de competencias comunicativas, tecnológicas y científicas para proyectar la Universidad en el mundo.

El currículo, atravesado por competencias generales, comunes y específicas, homologables internacionalmente, se materializa en cada espacio donde se comunican los saberes mediante didácticas fundamentadas en la modelación de los procesos universales de construcción de los conocimientos, bajo el enfoque de la investigación formativa, para que, a través de la solución de problemas locales y globales, se obtengan resultados académicos producto de la evaluación de los aprendizajes y útiles a la humanidad, para titular profesionales, en las modalidades presencial y a distancia. La pertinente gestión académica de este currículo posibilitará la transformación de las funciones tradicionales del profesor universitario para lograr el mejoramiento continuo de la calidad de la educación superior.

Establecer un modelo pedagógico, con su enfoque curricular y su conceptualización didáctica, posibilita a la Universidad de Medellín para controlar sus procesos de enseñanza y aprendizaje, de manera que, mediante el mejoramiento continuo, se eleven los estándares de calidad de la educación que ofrece.

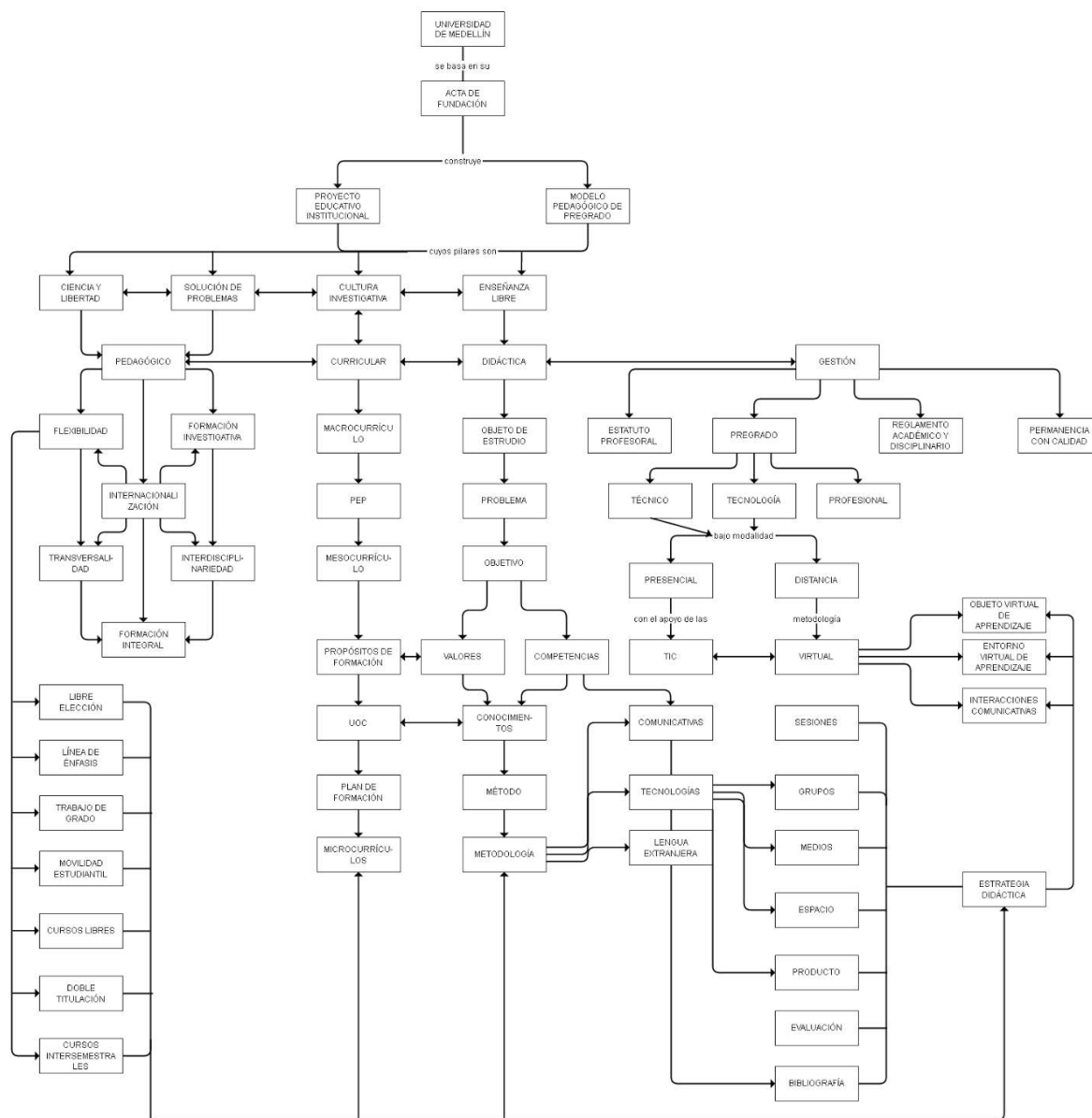


Figura 1. Modelo Pedagógico de la Universidad de Medellín

2.4.2 Desarrollo conceptual

Un modelo es una representación ideal de un sector del mundo real; de allí, el investigador, abstrae todos aquellos elementos y relaciones que él considera esenciales y las cuales sistematiza, es decir, el modelo representa lo real, pero bajo las intenciones de un sujeto, que culturalmente se le ha denominado investigador.

Cuando el modelo es de carácter pedagógico lo real se manifiesta en los procesos educativos cuya esencia es social. Los modelos pedagógicos se construyen bajo lineamientos pedagógicos, didácticos, curriculares y administrativos.

La pedagogía es la teoría que estudia el proceso formativo en sus aspectos más generales, estableciendo la relación entre la sociedad y ese proceso de formación para definir el modelo de hombre y de mujer que se aspira educar.

La didáctica es la teoría que estudia los procesos formativos, en su singularidad, durante el desarrollo específico del proceso, haciendo énfasis en el modo de su desarrollo; su objeto de estudio es el proceso docente-educativo.

El currículo es el proceso que mediatiza el mundo de la vida con el mundo de la escuela. El currículo es el proceso que diseña el proceso docente-educativo. Es quien establece el vínculo, entre el ideal general de hombre que encierra la Pedagogía; y su expresión singular en la realidad escolar, de naturaleza didáctica. Ello se alcanza mediante la selección y sistematización del mundo real, concretado en aquella parte de la cultura que se escoge para que, inmerso en el proceso docente-educativo, posibilite la formación del escolar. La relación compleja y dialéctica entre lo pedagógico, lo didáctico y lo curricular se establece a partir de que todos estudian el proceso formativo; el primero, como ideal en su generalidad; el segundo, en su desarrollo; y el tercero, en su diseño y proyección, a partir del mundo real, del mundo de la vida. Lo didáctico hace énfasis en el método, lo curricular en el contenido y lo pedagógico en los objetivos. La Pedagogía se desarrolla en la escuela a través de la Didáctica y se regula a través del Diseño Curricular.

Paralelamente a estos tres procesos y para su excelente desarrollo, en el modelo pedagógico se manifiesta otro proceso, el administrativo. La administración educativa se encarga de diseñar y mantener un ambiente institucional en el cual las personas, trabajando en grupos, alcancen con eficiencia, metas seleccionadas. Como se puede apreciar la administración es también un proceso. En otras palabras, la docencia se administra, se gestiona, se dirige, lo cual empíricamente es bien conocido.

Lo pedagógico del modelo en la Universidad de Medellín está representado en la enseñanza libre, la cultura investigativa, la solución de problemas, la ciencia, la libertad, la formación integral, la excelencia académica y la responsabilidad social.

Por enseñanza libre se entiende la libertad de cátedra en el sentido que los docentes están capacitados intelectualmente para ejercer la enseñanza según las múltiples escuelas en que se manifiestan los diversos conocimientos sin limitaciones ideológicas ni ejercer discriminación alguna.

La cultura investigativa hace referencia al cultivo de actitudes, aptitudes, valores y prácticas en favor de la producción de nuevo conocimiento. La solución de problemas hace referencia a la contextualización de los conocimientos en un espacio específico, pero desde la tensión de la aldea global.

Lo curricular en el modelo pedagógico de la Universidad de Medellín está representado en la selección, la sistematización, el registro y la proyección de la cultura. Por cultura se entiende la transformación que la humanidad ha hecho de la naturaleza en un bien común. Es decir, la Universidad curriculariza la cultura en campos del conocimiento transformados en programas profesionales para generar desarrollo social. Los currículos son flexibles en la medida que puede moverse sin afectar su estructura para posibilitar el ingreso en los planes de formación de nuevos problemas del conocimiento, nuevos conocimientos e inclusive nuevos objetos de conocimiento, así mismo, posibilita la elección de líneas formativas en investigación y/o en profundización de ciertos conocimientos. Las líneas de investigación permiten la profundización y generación de conocimiento en un campo específico del saber, a través de un conjunto de Proyectos de Investigación.

El currículo genera los planes de formación superando el concepto de planes de estudio puesto que su directriz ya no es la de generar personas que sean estudiosas, sino que reciban una educación más integral para que cada cual se forme, libremente, según el recorrido del proyecto educativo que la institución le ofrece. Los planes de formación están integrados por proyectos de aula cuyo precepto es un problema que guía unos conocimientos y unos métodos. Dicho problema puede variar según el entorno social y/o científico, lo cual da el carácter esencial de flexibilidad al currículo.

Lo didáctico del modelo pedagógico de la Universidad de Medellín está representado como un espacio que interpreta los diferentes saberes para ser enseñados. La didáctica realiza lecturas a los diversos métodos de los diferentes saberes para construir estrategias de enseñanza y optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Las didácticas, en la Universidad de Medellín, se fundamentan en la formación en investigación. Ello es consecuencia del carácter pedagógico del modelo al constituirse bajo la premisa de la solución de problemas. Este concepto se fundamenta en la metodología de la investigación, es decir, la didáctica para el desarrollo de situaciones problemas se construye con base en los procesos investigativos de las ciencias, pero con carácter formativo.

Establecer un modelo pedagógico con su respectivo enfoque curricular y conceptualización didáctica posibilita que la Universidad de Medellín controle sus procesos de enseñanza y aprendizaje para que, a través de un mejoramiento continuo, aquellas actividades que permiten el perfeccionamiento permanentemente, permitan elevar los estándares de calidad de la educación que brinda la Universidad de Medellín.

2.4.3 Estructura curricular

La estructura curricular de la Universidad de Medellín se fundamenta en unos principios y unos componentes jerarquizados en un documento rector o Proyecto Educativo Institucional, lo cual se debe reflejar en los planes de formación de los programas y hacerse efectivos por medio de los microcurrículos de cada asignatura.

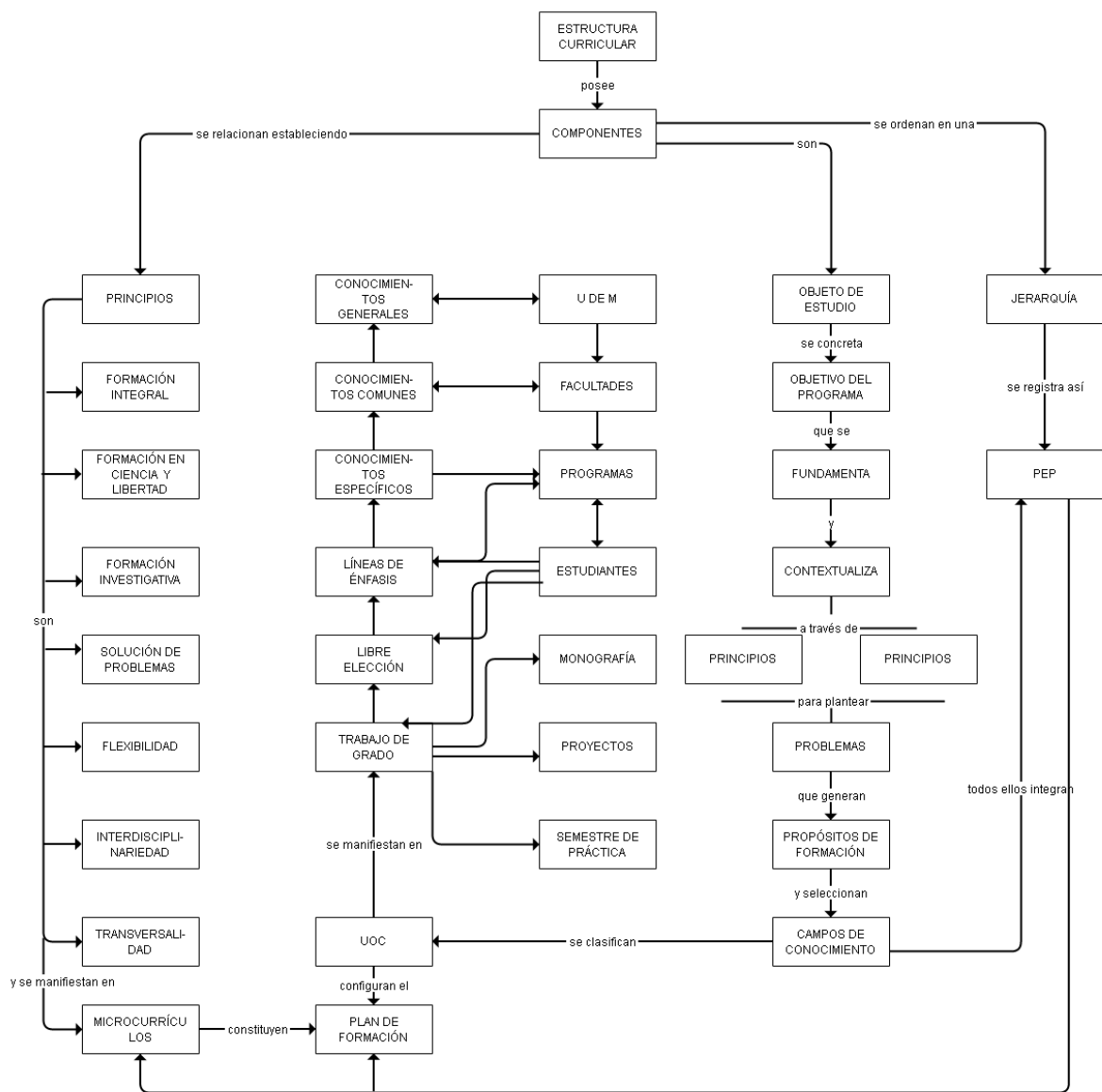


Figura 2. Estructura curricular de la Universidad de Medellín

2.4.4 Normatividad de la renovación curricular

En la Universidad de Medellín se ha venido llevando a cabo una reforma que fue definida en el Acuerdo 08 de 28 de julio de 2003 (Anexo 1) y por la cual la Universidad adoptó la renovación curricular.

De igual modo, los Acuerdos 03 (Anexo 2) y 04 (Anexo 3) de febrero de 2006 y el 16 de 2007 (Anexo 4) organizan lo relacionado con las líneas de énfasis, las asignaturas de libre elección y las competencias respectivamente.

2.5 Objetivos del Programa

2.5.1 Objetivo general

Formar profesionales íntegros que aporten a la resolución de problemas de la sociedad, a través de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico para el desarrollo de soluciones computacionales. Al mismo tiempo, fomentar una cultura investigativa y de autoaprendizaje desarrollada mediante la enseñanza libre y bajo un ambiente de excelencia académica y responsabilidad social, basados en el lema institucional de “ciencia y libertad”.

2.5.2 Objetivos específicos

El plan de formación del programa de ingeniería de sistemas propone cumplir los siguientes objetivos específicos de acuerdo a las unidades de organización curricular (UOC) que define la Universidad.

- Desarrollar en el estudiante pensamiento lógico-matemático, capacidad de análisis, capacidad de abstracción y modelamiento de la realidad, competencias propias de la ingeniería mediante el estudio, la experiencia y la práctica (U. O. C. de Ciencias Básicas y Ciencias Básicas de Ingeniería).
- Desarrollar en el estudiante las capacidades profesionales para diseñar e implementar soluciones a problemas y situaciones del entorno social, mediante el uso de tecnologías de información y comunicaciones (TIC) de tal forma que se garantice soluciones viables y sostenibles (U. O. C. de Formación Profesional).
- Desarrollar en el estudiante la sensibilidad social y la ética necesarias para que su desempeño profesional sea impecable y contribuya a mejorar la sociedad (U. O. C. Socio-Humanística y Universidad de Medellín).
- Desarrollar en el estudiante la disciplina de la investigación como alternativa de renovación, creación y adecuación del conocimiento que exige la ingeniería de sistemas para estar a tono con las necesidades altamente cambiantes de la sociedad (U. O. C. de Investigación).
- Desarrollar en el estudiante los conocimientos y habilidades suficientes en emprendimiento para que pueda crear y administrar productivamente su propia empresa de base tecnológica.
- Desarrollar en el estudiante la capacidad de emitir juicios autónomos, proposiciones coherentes y trabajar en grupo, con respeto y solidaridad hacia los demás.

2.6 Objeto de estudio del Programa

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín tiene como objeto de estudio la Ingeniería de Software, la cual abarca tanto el desarrollo como el mantenimiento de sistemas de software, integrando los principios de las matemáticas y ciencias de la computación aplicadas a las soluciones que ofrece.

Desde su “nacimiento” hace más de 35 años, la Ingeniería del Software -IS- ha ido cobrando cada vez una mayor relevancia dentro del mundo profesional del desarrollo de aplicaciones de software, debido a la necesidad de construir productos que satisfagan parámetros de calidad y sean desarrollados de una forma consistente y sistemática. Es por esto que su presencia es cada vez más importante en los currículos de los titulados en Ingeniería de sistemas y afines (Zaragoza & Alonso, 2003)

“Los problemas que se presentan en la construcción de grandes sistemas de software no son simples versiones a gran escala de los problemas de escribir pequeños programas de computador” (Zaragoza & Alonso, 2003). Esta idea da origen a una disciplina, llamada Ingeniería del Software, que impone seriedad

y rigurosidad en el proceso de construcción de programas de computador. A lo largo de los años, se han adoptado diferentes definiciones de ésta:

- (Bauer, 1972) indica que la Ingeniería del Software es el establecimiento y uso de sólidos principios de ingeniería y buenas prácticas de gestión, así como la evolución de herramientas y métodos aplicables y su uso cuando sea apropiado para obtener, dentro de las limitaciones de recursos existentes, software de alta calidad en un sentido explícitamente definido.
- (Boehm, 1976) presenta la Ingeniería del Software como la aplicación práctica del conocimiento científico en el diseño y construcción de programas de computador y la documentación asociada requerida para desarrollarlos, operarlos y mantenerlos.
- Otra definición es proporcionada por Zelkovitz y otros (Zelkovitz, Shaw, & Gannon, 1979) quienes describen la Ingeniería del Software como el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software.
- En la colección de estándares publicada en *IEEE Std. 610.12-1990* (IEEE, 1999), se define la Ingeniería como la aplicación de un método sistemático, estructurado y cuantificable a estructuras, máquinas, productos, sistemas o procesos; y la Ingeniería del Software como la aplicación de un método sistemático, estructurado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software.

Como las definiciones que se presentaron antes, existen también términos acuñados para Ingeniería de Software que permiten definir áreas de conocimiento (KA), las cuales se muestran a continuación y serán la base para el programa de Ingeniería de Sistemas.

Estas áreas de conocimiento se comparten entre diferentes propuestas de estándares o guías de conocimiento definidas para la Ingeniería de Software o disciplinas afines. Por lo tanto, dichas KA se definen en las estructuras propuestas como en ACM con su documento (ACM, 2014) y el propuesto por la IEEE, en su documento *"SWEBOOK: Software Engineering Body of Knowledge V3.0"* (Bourque & Fairley, 2014). La base estructural que tiene el Swebok responde de manera específica a las necesidades y propósitos del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín. Por esta razón. A continuación, se muestra gráficamente (Figura 3) las áreas de conocimiento del Swebok, sobre las que se estructura el plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas.

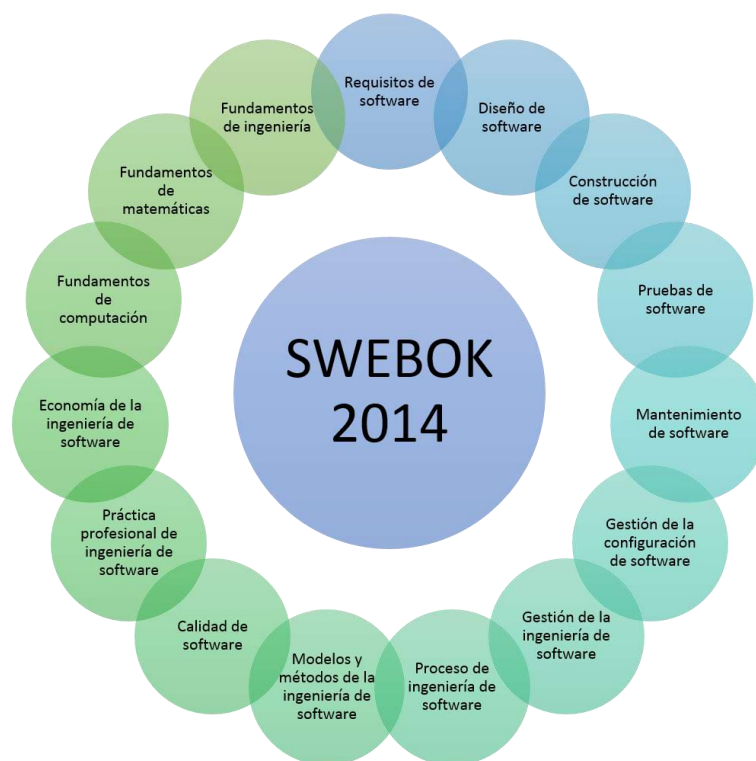


Figura 3. Áreas del cuerpo de conocimiento en Ingeniería de Software, según SWEBOK

Retomando la definición del objeto de estudio seleccionado por el Programa podemos, como comunidad académica, llegar a concluir que la Ingeniería de Software será nuestro objeto de estudio y por ende la columna vertebral del Programa.

2.7 Competencias del Programa

El Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín busca formar profesionales con base en las siguientes competencias.

2.7.1 Competencias específicas

En la Tabla 2 se presentan las Competencias específicas del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín donde se especifica el nombre y la descripción de cada competencia.

Tabla 2. Competencias específicas del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín

Competencias	Descripción
Modelación de contextos	Comprender y modelar el contexto de proyectos informáticos de forma analítica, teniendo en cuenta el direccionamiento estratégico de la organización y sus restricciones a nivel tecnológico, económico, ambiental, social, político, entre otras.
Definición de proyectos	Definir proyectos en el área de informática, que atiendan problemas y oportunidades del entorno.
Diseño de sistemas informáticos	Diseñar y especificar sistemas, componentes o procesos de forma innovadora, que cumplan con especificaciones y criterios de calidad deseados, usando métodos y herramientas apropiadas según las necesidades tecnológicas del proyecto.

Razonamiento algorítmico	Desarrollar habilidades de razonamiento para analizar y resolver problemas básicos, utilizando la reflexión lógica y el pensamiento algorítmico.
Construcción de sistemas informáticos	Desarrollar nuevos sistemas informáticos que solucionen problemas reales y se adapten a las características del negocio, considerando el manejo de herramientas tecnológicas que faciliten su construcción y garantice su calidad y seguridad.
Despliegue de soluciones informáticas	Desplegar la solución en la infraestructura tecnológica seleccionada, cumpliendo con las restricciones de tiempo y presupuesto establecidas en los requisitos de calidad de la arquitectura.
Gestión de la información	Identificar, seleccionar, analizar y usar acertadamente la información necesaria para soportar las decisiones que se toman en referencia a los proyectos en desarrollo.
Gestión de proyectos de TI	Planear, diseñar, evaluar y gestionar proyectos que den solución a problemas reales, en múltiples escenarios.

2.7.2 Competencias transversales

Según el Acuerdo 16 de 28 de noviembre de 2007, en donde se establece el marco general de la formación por competencias para los programas de pregrado de la Universidad de Medellín, se adoptan como competencias transversales al diseño curricular de la Universidad de Medellín, las siguientes (Tabla 3):

Tabla 3. Competencias transversales de la Universidad de Medellín

Competencias	Descripción
Competencias cognitivas básicas	Interpretativa, que permite comprender una situación en un contexto específico; argumentativa, que faculta para fundamentar o sustentar un planteamiento, una decisión o un evento; y propositiva, que permite planear alternativas de decisión o de acción y establece nuevas relaciones o vínculos entre eventos o perspectivas teóricas.
Competencias comunicativas en lengua materna	Son aquellas que permiten leer, escribir, escuchar según los requerimientos de una determinada situación.
Competencias comunicativas en una lengua extranjera	Sirven para la comprensión lectora en tanto lenguaje técnico.
Competencias en la utilización de herramientas tecnológicas	Facultan para procesar información en programas básicos y gestionar información.
Competencias en la formación en investigación	Permiten resolver problemas mediante aquellas competencias derivadas de los métodos científicos: deductivo, inductivo, heurístico, abductivo y hermenéutico, entre otros.

Adicionalmente, y bajo el marco de referencia para el diseño curricular, se adoptan las siguientes competencias transversales para el programa de Ingeniería de sistemas (Tabla 4):

Tabla 4. Competencias transversales del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín

Competencias	Descripción
--------------	-------------

Trabajo en equipo	Desarrollar trabajo en equipo y de forma autónoma, teniendo en cuenta las actitudes apropiadas de cada miembro del equipo.
Pensamiento sistémico	Desarrollar pensamiento holístico para comprender el funcionamiento de un sistema, haciendo énfasis en la observación del todo y no solo de sus partes.
Aprendizaje continuo	Ser una persona autónoma, con capacidad de aprendizaje, apreciando la necesidad de la formación profesional continua e integral.

2.8 Perfil ocupacional

El egresado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín es un profesional integral que está en capacidad de participar en proyectos de construcción de soluciones informáticas, aplicando disciplinadamente un enfoque de ingeniería de software. Esto le permite obtener un entendimiento amplio de los problemas y necesidades del negocio, al mismo tiempo que lo lleva a seleccionar e implementar métodos y herramientas tecnológicas de vanguardia para proveer soluciones con un alto nivel de calidad.

Los egresados del programa cuentan con habilidades para construir soluciones de software usando metodologías, técnicas y herramientas tecnológicas actuales. También son capaces de liderar y administrar iniciativas desde el punto de vista de la gestión de proyectos informáticos. Igualmente, son capaces de utilizar técnicas y herramientas para procesar información con el fin de tomar decisiones y definir estrategias para las organizaciones. Además, son capaces de adaptarse fácilmente a nuevas tecnologías para el desarrollo de soluciones informáticas, por medio de procesos de autoaprendizaje.

2.9 Relación del programa con el PEI

La Universidad en concordancia con el Ministerio de Educación Nacional define el PEI como una buena práctica así: es una construcción colectiva de toda la comunidad institucional, con participación activa de estudiantes, docentes, directivas, funcionarios, egresados y otros. El proceso de construcción es libre y debe estar articulado con los principios y valores de la institución, con la planeación estratégica institucional y el entorno, en particular en cuanto a la articulación de los procesos de aprendizaje y enseñanza, investigación, y proyección social. Con el PEI la comunidad educativa de la Universidad de Medellín cuenta con una herramienta clave para fortalecer su presentación en el contexto de la Educación Superior del siglo XXI. En este sentido, la Universidad desde un enfoque evolutivo y dinámico de la educación superior actualiza su proyecto educativo institucional (PEI), mediante decreto **1 del 2 de febrero de 2015**.

Dónde define sus fundamentos así:

- El desarrollo histórico de la visión original de la Institución, que da origen constantemente a la misión institucional comprometida con la realidad social.
- El ámbito de la tensión dialéctica entre la reflexión y la acción, que genera el estilo educativo institucional, la manera de sentir, pensar y actuar en educación, lo que le imprime carácter propio.
- La proyección realista de la Institución, que permite la concreción cotidiana de su específica utopía educativa en la sociedad en que vive.
- El proceso de construcción de la comunidad educativa, sustentado en valores éticos y en la fidelidad a su propia identidad y a la sociedad del lugar y del tiempo en que vive.

- El elemento integrador de todos los procesos institucionales, que posibilita la aproximación a las finalidades educativas propias, destinadas a satisfacer las necesidades personales y sociales.
- El instrumento que promueve una gestión educativa coherente y eficaz.

La estructura adoptada para la elaboración de este Proyecto Educativo Institucional consta de cuatro núcleos, cada uno de los cuales está a su vez compuesto de diversos elementos, tal como se describe a continuación:

- **Primer núcleo. Fundamentos institucionales**
- **Segundo núcleo. Análisis del contexto**
- **Tercer núcleo. Finalidades educativas institucionales**
- **Cuarto núcleo. Organización institucional**

Desde esta perspectiva la Universidad propone el plan de desarrollo estratégico mediante **decreto 2 del 2 de marzo de 2015**. La formulación del nuevo Plan de Desarrollo para la Universidad debe garantizar absoluta coherencia con los lineamientos definidos en su carta de navegación estratégica, representada en su Proyecto Educativo Institucional –PEI– y con sus principios fundacionales. Ver Figura 4.



Figura 4. Estructura Plan de Desarrollo 2015-2020. Fuente: <https://www.udem.edu.co/index.php/estructura-del-plan-de-desarrollo>

Con la finalidad de proporcionarle a la Universidad un instrumento de gestión organizacional moderno, técnico, coherente, estructurado, ágil y dinámico que se convierta en el motor de desarrollo de los lineamientos definidos en el Proyecto Educativo Institucional, en el fundamento para el direccionamiento estratégico, táctico y operativo de la Institución, en el orientador de su posicionamiento, reconocimiento y visibilidad en el ámbito local y global, en la guía esencial para la toma de decisiones y priorización en la

asignación de recursos por parte de la Alta Dirección, y en el mecanismo facilitador de la planeación, seguimiento, evaluación y control organizacional, se formuló un Plan de Desarrollo agrupado en Líneas Estratégicas y en Proyectos. Ver en la Figura 5.



Figura 5. Líneas Estratégicas y proyectos- Plan de desarrollo 2015-2020. Fuente: <https://www.udem.edu.co/index.php/estructura-del-plan-de-desarrollo>

Desde la Facultad de Ingenierías se define un plan de desarrollo anual, el cual se evalúa cada año.

Dentro de los proyectos realizados por el programa de Ingeniería de Sistemas enmarcados dentro de las líneas estratégicas del Plan de Desarrollo Institucional y alineados con el informe del CNA en la reacreditación del programa del 9 de julio de 2013, se encuentran:

Tabla 5. Relación de los proyectos del Programa y el Plan de Desarrollo Institucional

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Proyectos/tiempo	Resultados
Innovación curricular	Definición asignaturas tronco común Facultad de Ingenierías Fecha de inicio: 2014-2015	Se logra proponer un <i>pull</i> de asignaturas que hacen parte del tronco común de los programas que conforman la Facultad de Ingenierías.
	Actualización plan de formación Programa de Ingeniería de Sistemas – Bajo la metodología: Modelo de Diseño Curricular	Se define el plan de formación del programa de ingeniería de sistemas siguiendo un enfoque por competencias. Esto incluye la

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Proyectos/tiempo	Resultados
	Ingeniería de Sistemas y Computación – UNIANDES Fecha de inicio: 2015	definición de los microcurrículos, involucrando la participación de estudiantes, docentes de cátedra y tiempo completos y empresarios del sector.
	Proyecto OCMS: Open Curricular Management System (UdeM)	Se propone un marco de trabajo para la gestión curricular, cuya validación inicia en la UOC de Ingeniería de Software del programa -Software (Aplicación Web) -Artículos -Tesis de Maestría
	INNOVACAMPUS- Proyecto Innovación Curricular del CBI (Ciencia Básicas de Ingeniería) Fecha de Inicio: 2015-2016	Se propone una batería de competencias para el área de ciencias básicas de ingeniería de la facultad. Se proponen las asignaturas que permitirán desarrollar las competencias anteriores
Proyección social	<ul style="list-style-type: none"> • ALIANZA FUTURO DIGITAL MEDELLÍN – NODO TIC (AFDM) y • MEDELLÍN TERRITORIO STEM +H 	<p>La Universidad de Medellín a través del programa de Ingeniería de Sistemas es aliado de los programas de la secretaría de educación del municipio de Medellín, las cuales tienen como objetivo sensibilizar a los estudiantes de media técnica de los colegios aliados para estudiar tecnologías o pregrados en el área de las Tecnologías de Información y Comunicación.</p> <p>El programa de Ingeniería de Sistemas ofrece a los estudiantes de los colegios aliados cada semestre: Talleres, semilleros, cursos de pregrado “Camino Flexible a la Universidad”, foros, conferencias y la posibilidad de asistir completamente gratis a nuestro semanario: “Internacional de ciencias de la computación.</p>
Talento humano	Formación de docentes	Este es un proyecto que siempre ha sido prioridad en los planes de desarrollo del programa y para el

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Proyectos/tiempo	Resultados
		<p>cual siempre ha tenido apoyo institucional.</p> <p>En estos procesos de formación los profesores no solo han avanzado en su formación en posgrados (Especializaciones, maestrías y doctorados) sino que también han podido realizar cursos de calificación docente que ofrece la institución y los cuales también tienen validez en el ascenso al escalafón.</p> <p>En la actualidad el programa cuenta con 12 profesores de tiempo completo, el porcentaje de formación de los profesores del programa de Ingeniería de Sistemas es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doctorado: 75% • Maestría 25%
Cultura de la calidad	<p>Creación de dos programas de Maestría:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Software • Gestión de la Información y el Conocimiento <p>Y creación de las líneas temáticas y de investigación desde el programa de Ingeniería de Sistemas para el Programa de Doctora en Ingeniería</p> <p>Líneas temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informática • Ingeniería de Software • Gestión de la Información y el Conocimiento • Inteligencia Artificial • Automatización <p>Fuente: https://www.udem.edu.co/index.php/2012-10-12-13-24-05/doctorado-ingenieria/lineas-de-investigacion </p>	<p>Desde la declaración de la política de autoevaluación con fines de acreditación institucional en 1998-2008, y posteriormente el plan de desarrollo 2007-2014 el programa de Ingeniería de sistemas ha estado acorde a estas líneas de acción y ha creado sus programas de maestría en Ingeniería de Software y Gestión de la Información y Conocimiento y el programa de Doctorado en Ingeniería. Fuente: Informe de Autoevaluación con fines de acreditación 2009-2012.</p> <p>Y para el plan de desarrollo 2015-2020 el propósito es consolidar sus programas de posgrado con una base investigativa sólida que le permitan ofrecer formación de alta calidad a la comunidad.</p>
	Proyecto PROMETEO: Procesos Mejorados con Tecnología (UdeM)	Proyecto de gestión por procesos de negocio para el mejoramiento en la Institución.
TIC	U – Virtual:	Es el espacio virtual de aprendizaje de la Universidad. En esta

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Proyectos/tiempo	Resultados
		<p>plataforma el programa de Ingeniería de Sistemas ha ofrecido varios cursos de su plan de formación en modalidad virtual a los estudiantes, el objetivo de esta iniciativa es poder ofrecer otras opciones de formación y dar movilidad a los estudiantes y por ende al plan de formación como tal. Desde el año 2013 hasta la fecha el programa ha ofrecido en modalidad virtual los siguientes cursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de programación • Lenguajes de programación • Matemáticas especiales I • Estructura de datos y Algoritmos I • Libre elección: Tecnologías de información y comunicación • Expresión escrita • Álgebra y Trigonometría • Cálculo Diferencial • Actividad deportiva • Física 1 • Física 2 • Guitarra <p>Fuente: U-Virtual - Estadísticas</p>
	Proyecto ODISEA: Observatorio de Desempeño Institucional para la Excelencia Académica (UdeM)	Centro de analítica para evaluar el desempeño de la Universidad.
	Apoyo y asesoría para la División de Informática (UdeM)	<p>-Metodologías</p> <p>-Arquitecturas</p> <p>-Referentes</p> <p>-Modelos, etc.</p>
Modernización administrativa, financiera y física	Laboratorio de Ingeniería de Software	El programa de Ingeniería de Sistemas en su proceso continuo de mejoramiento, cuenta con un nuevo laboratorio de Ingeniería de Software, este espacio de aprendizaje cuenta con modernos equipos de cómputo y software sofisticado acorde a las demandas del nuevo plan de estudios y por ende a las necesidades de formación

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Proyectos/tiempo	Resultados
		en el área de las TIC de la ciudad, el país y el mundo.
	Compra y actualización de aplicaciones, software, servicios y equipos. Ver ítem de Infraestructura .	El programa de Ingeniería de Sistemas cuenta con el apoyo del Centro Docente de Computo (CDC) y todas las necesidades de compra o actualización que se tengan al respecto del plan de formación y las necesidades de los estudiantes se definen en común acuerdo con esta dependencia. Adicionalmente se ha adquirido material para los semilleros y cursos en robótica que actualmente lleva a cabo el programa.

3 Contextualización

3.1 Historia de la ingeniería de sistemas

La primera referencia que describe ampliamente el procedimiento de la Ingeniería de Sistemas fue publicada en 1950 por Melvin J. Kelly, entonces director de los laboratorios de la Bell Telephone, subsidiaria de investigación y desarrollo de la AT&T. Esta compañía jugó un papel importante en el nacimiento de la Ingeniería de Sistemas por tres razones: la acuciante complejidad que planteaba el desarrollo de redes telefónicas, su tradición de investigación relativamente liberal y su salud financiera. Así, en 1943 se fusionaban los departamentos de Ingeniería de Conmutación e Ingeniería de Transmisión bajo la denominación de Ingeniería de Sistemas. A juicio de Arthur D. Hall, "la función de Ingeniería de Sistemas se había practicado durante muchos años, pero su reconocimiento como entidad organizativa generó mayor interés y recursos en la organización". En 1950 se creaba un primer curso de postgrado sobre el tema en el M.I.T. y sería el propio Hall el primer autor de un tratado completo sobre el tema (Hall, 1962).

La Ingeniería de Sistemas se refiere a la planeación, diseño, evaluación y construcción científica de sistemas hombre-máquina. El interés teórico de este campo se encuentra en el hecho de que aquellas entidades cuyos componentes son heterogéneos (hombres, máquinas, edificios, dinero y otros objetos, flujos de materias primas, flujos de producción, etc.) pueden ser analizados como sistemas o se les puede aplicar el análisis de sistemas.

La Ingeniería de Sistemas de acuerdo con Hall es una parte de la técnica creativa organizada que se ha desarrollado como una forma de estudiar los sistemas complejos (especialmente industriales). El aumento de la complejidad se pone de manifiesto con el creciente número de interacciones entre los miembros de una población en crecimiento, la acelerada división del trabajo y la especialización de las funciones, el empleo creciente de las máquinas que reemplazan a la mano de obra, con el consiguiente aumento de la productividad y la creciente velocidad y volumen en las comunicaciones y transporte (Bertoglio, 1993).

Una definición especialmente completa (y que data de 1974) nos la ofrece un estándar militar de las fuerzas aéreas estadounidenses sobre gestión de la ingeniería.

"Ingeniería de Sistemas es la aplicación de esfuerzos científicos y de ingeniería para: (1) transformar una necesidad de operación en una descripción de parámetros de rendimiento del sistema y una configuración del sistema a través del uso de un proceso iterativo de definición, síntesis, análisis, diseño, prueba y evaluación; (2) integrar parámetros técnicos relacionados para asegurar la compatibilidad de todos los interfaces de programa y funcionales de manera que optimice la definición y diseño del sistema total; (3) integrar factores de fiabilidad, mantenibilidad, seguridad, supervivencia, humanos y otros en el esfuerzo de ingeniería total a fin de cumplir los objetivos de coste, planificación y rendimiento técnico".

Más recientemente tenemos la definición de IEEE de 2010 que establece que la ingeniería de software es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software; es decir, la aplicación de ingeniería al software (Bourque & Fairley, 2014).

Como vemos, en la literatura se pueden encontrar tantas definiciones del término como autores se han ocupado del tema. A pesar de ello, podemos dar otra basada en las ideas de Hall, Wymore y M'Pherson: Ingeniería de Sistemas es un conjunto de metodologías para la resolución de problemas mediante el análisis, diseño y gestión de sistemas.

Como era de esperar por el amplio espectro de sus intereses, la Ingeniería de Sistemas no puede apoyarse en una metodología monolítica. Cada una de las metodologías que comprende puede ser útil en una fase concreta del proceso o para un tipo concreto de sistemas; lo que todas ellas comparten es su enfoque: el enfoque de sistemas.

3.2 Normatividad relacionada con ingeniería de sistemas

El programa de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín fue creado por el Consejo Académico de la Universidad según acuerdo número 15 del 3 de octubre de 1994, como consta en el acta 1063, aprobada con registro ICFES número: 181240030000500111100. Este se rige por la constitución política, la ley 30 de 1992 y las normas internas dictadas por la Universidad en ejercicio de su autonomía Universitaria.

El programa obtuvo registro calificado por 7 años como consta en la resolución 3250 del 15 de diciembre de 2003 expedida por el Ministerio de Educación Nacional.

El 25 de diciembre de 2009, el programa obtiene acreditación de alta calidad por 4 años, tal como consta en la resolución 5611 del 25 de diciembre de 2009.

En el 2010, el programa obtiene la renovación del registro calificado por otros 7 años. Esta renovación quedó plasmada en la resolución 2345 del 30 de marzo de 2010, expedida por el Ministerio de Educación Nacional.

Finalmente, en el año 2013 el programa obtiene la renovación de la acreditación de alta calidad por 6 años, tal como consta en la resolución 8643 de 9 de julio de 2013. En este mismo año, el Ministerio de Educación Nacional concede una nueva renovación del registro calificado por 7 años, según resolución 9908 de 31 de julio de 2013.

Para el desarrollo de las actividades propias del programa, éste se rige por la normatividad de la Universidad de Medellín, cuyo cuerpo básico está constituido por:

- Estatuto general: expedido por la asamblea general de la Universidad de Medellín (6 de mayo de 1993)
- Estatuto profesoral: Actualizado por la Consiliatura de la Universidad de Medellín por medio del decreto 3 del 1 de septiembre de 2014 (acta 661).
- Reglamento estudiantil de pregrado: Expedido por el Consejo Académico de la Universidad de Medellín mediante acuerdo 75 del 16 de septiembre de 2013 (acta 1481).

Así mismo, la profesión de Ingeniero de Sistemas se ve afectada por normativas a nivel nacional que regulan el quehacer del ingeniero. En este sentido, se tienen las siguientes normas:

- Ley 842 de 2003: Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y auxiliares, se adopta Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1325 de 2009: Se asignan unas funciones al Consejo Profesional Nacional de Ingenierías (COPNIA) y se dictan otras disposiciones.

3.3 Mercado laboral de los ingenieros de sistemas

Según datos del Observatorio Laboral del Ministerio de Educación, el área de ingeniería de sistemas, telemática y afines es una de las 20 áreas más demandadas y mejor pagadas en Colombia. Los datos de graduados que presenta el observatorio (2014) evidencian el buen posicionamiento de la ingeniería de sistemas entre las carreras que se ofrecen en Colombia: de los egresados a finales de 2013, el 85.9% consiguió trabajo en el 2014, con un salario que en promedio superaba los 2 millones de pesos.

Desde ese año, el mercado laboral ha crecido drásticamente, ya que han surgido muchas empresas que hacen que aumente la demanda laboral generando un déficit de ingenieros de sistemas y áreas afines (según el Ministerio de las TIC). Es por esto que desde el 2014 el Ministerio de las TIC está invirtiendo cerca de 50000 millones al año para promover la profesión y tratar de cerrar la brecha entre la oferta y la demanda de ingenieros. Esta iniciativa de país hace parte del Plan Vive Digital que se gesta desde dicho Ministerio.

En un estudio de caracterización del sector de teleinformática, software y TI en Colombia, presentado por la Federación Colombiana de la Industria de Software y TI (Fedesoft) en el 2015, se destaca la necesidad de formación de personal calificado en tecnologías de la información y las comunicaciones, tanto a nivel técnico y tecnológico como a nivel profesional. Igualmente, se destaca la necesidad que tiene la industria colombiana de TIC de la producción de conocimiento científico, dado que el crecimiento de dicha industria en investigación e innovación está ligado a la formación universitaria de las ingenierías de sistemas y las comunicaciones

De acuerdo con el informe de Fedesoft, la contribución económica de la industria de TIC se extiende más allá de los empleos e ingresos fiscales que genera, para impactar todos los segmentos de la economía y el desarrollo de un país. Esta industria genera ingresos no solo a quienes se encargan de la construcción de software, sino también a quienes están involucrados en las actividades del sector primario (proveedores de material, fabricación y servicios de comercialización) y las del sector secundario, tales como venta, distribución, formación y servicios de asistencia.

Además, si se tiene en cuenta que esta industria es una de las de mayor crecimiento mundial, y está caracterizada por una intensiva utilización de personal calificado y por sus bajos requerimientos de capital

en países en vía de desarrollo como Colombia, sería posible suplir una parte considerable de la demanda interna, conquistando mercados en el exterior. Con esto se lograría que la industria del software en el país se consolide como el sector transversal que es, por brindar apoyo a los demás sectores de la economía contribuyendo en su eficiencia y organización.

3.4 Tendencias de investigación

A nivel investigativo, la Ingeniería de Sistemas es una carrera que tiene un alto potencial de crecimiento debido a que constante surgen nuevas áreas de investigación que son de gran interés para la comunidad académica y científica.

De acuerdo a un artículo de la IEEE Computer Society¹, en el año actual (2018) las tendencias tecnologías que captarían mayor interés tanto a nivel industrial como académico y científico son:

- Aprendizaje de máquina (específicamente aprendizaje profundo)
- Internet de las cosas industrial
- Robótica
- Realidad asistida
- Ciberseguridad e inteligencia artificial.

Igualmente, hay tecnologías que al iniciar el año ya tienen una adopción amplia y son objeto de investigación y desarrollo. Estas son:

- Ciencia de datos,
- *Cloudification*,
- Ciudades inteligentes
- Computación IoT.

En el área específica de la Ingeniería de Software, que es la columna vertebral del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín, lo ideal es que las tendencias en investigación surjan de las necesidades prácticas de la industria. Sin embargo, en un estudio publicado sobre las brechas entre la investigación y la práctica de ingeniería de software (Ivanov, Rogers, Succi, Yi, & Zorin, 2017) se evidencia que la investigación en esta área se centra principalmente en validación y verificación, y dentro de esta en pruebas de software y métodos formales de verificación.

Sin embargo, al hacer un sondeo de las principales conferencias en Ingeniería de Software como ICSE², FSE³ y OOPSLA⁴, entre otros, se puede evidenciar que hay una gran variedad de temas que son de interés actualmente en investigación. A continuación, se presentan algunos:

- Métodos formales en ingeniería de software
- Industria de software global
- Ciencia de datos para análisis y gestión de procesos
- Modelado y simulación de procesos para el planeamiento y la toma de decisiones

¹ <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-10-technology-trends-for-2018-ieee-computer-society-predicts-the-future-of-tech-300571274.html>

² <https://www.icse2018.org/>

³ <https://2018.fseconference.org/home>

⁴ <https://2018.splashcon.org/track/splash-2018-OOPSLA>

- Ingeniería de software para aplicaciones móviles
- Deuda técnica
- Sistemas auto-adaptativos y auto-gestionables
- Seguridad y privacidad

Como se puede evidenciar, hay muchos temas de investigación que son importantes para la comunidad académica, científica e industrial. Sin embargo, es importante que el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín evalúe el entorno y el contexto en el cual se encuentra para tomar la decisión de a qué temas de investigación apuntarle, con el fin de contribuir al desarrollo de su región de influencia.

3.5 Referentes nacionales e internacionales

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín se basa en diversos referentes nacionales e internacionales de gran relevancia para su construcción curricular, con el fin de mantener su plan de estudios actualizado y articulado con el medio, tanto laboral como académico.

El referente internacional más relevante viene dado, sin lugar a duda, por las recomendaciones curriculares de ACM (*Association for Computing Machinery*). ACM es la sociedad más grande de informática educativa y científica más grande a nivel mundial y se encarga de proporcionar los recursos que hacen avanzar la informática como ciencia y profesión⁵. Actualmente, ACM reconoce las siguientes subdisciplinas dentro del Currículo de Informática 2005 (ACM, 2005):

1. Ingeniería Informática
2. Ciencias de la Computación
3. Sistemas de Información
4. Tecnologías de Información
5. Ingeniería de Software

Dado que un Ingeniero de Sistemas debe tener conocimientos de las cinco subdisciplinas, se toman como referencia los cuerpos de conocimiento de todas ellas, con especial énfasis en la Ingeniería de Software como elemento distintivo de nuestro Programa. A continuación, se describen brevemente los cinco cuerpos de conocimiento.

1. Ingeniería Informática

La última actualización del currículo de Ingeniería Informática (ACM, 2016) define la Ingeniería Informática como la disciplina que abarca las ciencias y tecnologías del diseño, la construcción, la implementación y el mantenimiento de los componentes de hardware y software de los sistemas de computación moderna y de los equipos controlados por computación. El área de conocimiento de la Ingeniería Informática contempla los siguientes elementos:

- a. Circuitos y electrónica
- b. Algoritmos informáticos
- c. Arquitectura y organización del computador
- d. Diseño digital

⁵ <https://www.acm.org/about-acm>

- e. Sistemas embebidos
- f. Redes de Computadoras
- g. Preparación para la práctica profesional
- h. Seguridad de la información
- i. Procesamiento de señales
- j. Ingeniería de sistemas y proyectos
- k. Gestión de recursos de sistemas
- l. Diseño de software

2. Ciencias de la Computación

El currículo de Ciencias de la Computación se actualiza por última vez en el año 2013 (ACM, 2013) y contempla 18 áreas dentro de su cuerpo de conocimiento que corresponden a los tópicos principales de estudio en informática. Las áreas de conocimiento son:

- a. Algoritmos y complejidad
- b. Arquitectura y Organización
- c. Ciencias computacionales
- d. Estructuras discretas
- e. Gráficas y visualización
- f. Interacción Humano-Computador
- g. Aseguramiento de la información y seguridad
- h. Gestión de la información
- i. Sistemas inteligentes
- j. Redes y comunicaciones
- k. Sistemas operativos
- l. Desarrollos basados en plataformas
- m. Computación paralela y distribuida
- n. Lenguajes de programación
- o. Fundamentos de desarrollo de software
- p. Ingeniería de software
- q. Fundamentos de sistemas
- r. Aspectos sociales y práctica profesional

3. Sistemas de Información

El cuerpo de conocimiento de los Sistemas de Información definido por ACM (ACM, 2010) estructura sus áreas de conocimiento en un grupo general y tres grupos de carácter específico así:

- a. Áreas de conocimiento de informática general
 - i. Fundamentos de programación
 - ii. Algoritmos y complejidad
 - iii. Organización y arquitectura
 - iv. Sistemas operativos
 - v. Computación en red

- vi. Lenguajes de programación
- vii. Gráficos y computación visual
- viii. Sistemas inteligentes
- b. Áreas de conocimiento de sistemas de información específicos
 - i. Gestión IS y liderazgo
 - ii. Datos y gestión de información
 - iii. Análisis de sistemas y diseño
 - iv. Gestión de proyectos de IS
 - v. Arquitectura empresarial
 - vi. Experiencia de usuario
 - vii. Aspectos profesionales y sistemas de información
- c. Áreas de conocimiento fundamentales
 - i. Liderazgo y Comunicación
 - ii. Capacidades de trabajo de conocimiento individual y organizacional
- d. Áreas de conocimiento relacionadas con el dominio
 - i. Modelos generales del dominio
 - ii. Especializaciones claves dentro del dominio
 - iii. Evaluación de desempeño dentro del dominio

4. Tecnologías de Información

El cuerpo de conocimiento de Tecnologías de Información se establece en el 2008 (ACM, 2008) y está constituido por 13 grandes áreas que se enuncian a continuación:

- a. Fundamentos de tecnologías de información
- b. Interacción Humano-Computador
- c. Aseguramiento de la información y seguridad
- d. Gestión de la información
- e. Programación y tecnologías integradas
- f. Matemáticas y estadística para IT
- g. Redes
- h. Fundamentos de programación
- i. Tecnologías de plataforma
- j. Administración y mantenimiento de sistemas
- k. Integración y arquitectura de sistemas
- l. Aspectos profesionales y sociales
- m. Tecnologías y sistemas web

5. Ingeniería de Software

La última actualización del cuerpo de conocimiento de Ingeniería de Software establecido por ACM en el 2014 (ACM, 2014) es uno de los principales referentes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín, al ser la ingeniería de software el elemento diferenciador del Programa. Las áreas de conocimiento definidas para la Ingeniería de Software son:

- a. Informática esencial
- b. Fundamentos matemáticos y de ingeniería
- c. Práctica profesional
- d. Análisis y modelamiento de software
- e. Análisis de requerimientos y especificaciones
- f. Diseño de software
- g. Verificación y validación de software
- h. Procesos de software
- i. Calidad de Software
- j. Seguridad

A nivel nacional, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI en un estudio llevado a cabo en el 2005 en conjunto con el ICFES, con el fin de establecer el marco conceptual para los exámenes de estado para la educación superior (ACOFI, 2005), establece que, a nivel general, la estructura de áreas temáticas definida en el año 2003 por este mismo organismo sigue siendo válida para un plan de estudios mínimo de ingeniería de sistemas para Colombia. Esta estructura está compuesta así:

1. Comunes:
 - a. Matemáticas
 - b. Física
 - c. Humanidades
 - d. Económico – Administrativa
 - e. Ciencias básicas de Ingeniería
2. Propias de Ingeniería de Sistemas:
 - a. Matemáticas discretas
 - b. Programación y algorítmica
 - c. Informática teórica
 - d. Arquitectura del computador
 - e. Redes y comunicaciones
 - f. Administración de información
 - g. Sistemas y organizaciones
 - h. Ingeniería de software

Adicionalmente se menciona que, a la fecha (2005), la mayoría de los programas de Ingeniería de Sistemas se enmarcan en los siguientes enfoques:

- Ciencias de la computación Fundamentos teóricos y algorítmicos al servicio del diseño e implementación del software, aplicación de nuevos modos de utilización de computadores y mecanismos para desarrollar soluciones a los problemas de computación.
- Ingeniería de Software Desarrollo y mantenimiento de sistemas de software. Integra los principios de las matemáticas y ciencias de la computación aplicadas a las soluciones que ofrece.
- Sistemas de Información Integración de soluciones de tecnología informáticas y procesos desarrollados en los negocios con el fin de conocer sus necesidades de información, en aras de mejorar los objetivos de la organización, tanto en efectividad como en eficiencia. Además,

determinación de requerimientos, especificación, diseño e implementación para los sistemas de información de una organización.

3.6 Estado actual del programa

A continuación, se presenta el estado actual del programa describiendo sus principales elementos.

3.6.1 Estudiantes

El programa de Ingeniería de Sistemas cuenta con recursos locativos, administrativos, financieros y académicos que garantizan las condiciones necesarias para la culminación de los estudios de los estudiantes admitidos cada semestre.

La Universidad posee un sistema que permite obtener estadísticas permanentes de los estudiantes. En la Tabla 6 se relacionan el número de estudiantes inscritos, admitidos y matriculados en los últimos 17 períodos académicos.

Tabla 6. Capacidad de selección, absorción y vinculación del programa

Período	Inscritos	Admitidos	Matriculados
2010-1	134	126	79
2010-2	54	54	39
2011-1	129	116	77
2011-2	53	43	26
2012-1	123	111	83
2012-2	53	42	30
2013-1	116	94	63
2013-2	56	51	38
2014-1	126	120	79
2014-2	48	46	37
2015-1	136	130	74
2015-2	44	37	25
2016-1	214	207	80
2016-2	46	44	27
2017-1	124	122	54
2017-2	39	33	21
2018-1	121	119	62

Desde el programa Ingeniería de Sistemas se realizan asesorías y semilleros con estudiantes de los grados 10° y 11° de diferentes colegios del Área Metropolitana y la región. Algunos de dichos semilleros están articulados con el programa Alianza futuro Digital.

Con respecto a la relación estudiantes profesores, el Programa de Ingeniería de Sistemas ha velado porque se mantenga una relación constante. Mantener dicha relación se facilita dado el comportamiento de estudiantes inscritos, admitidos y matriculados que se evidencia en la Tabla 7. Actualmente el Programa cuenta con 13 profesores de tiempo completo (PTC) y 294 estudiantes matriculados, lo que establece una relación de 22.6. Esta relación se ha mantenido durante los últimos años. Una relación de dichos datos se presenta en la

Tabla 7.

Tabla 7. Relación Estudiantes Profesores de Tiempo Completo

Período	Matriculados	PTC	Relación
20121	304	11	27.6
20122	270	11	24.5
20131	285	12	23.8
20132	273	11	24.8
20141	308	11	28.0
20142	290	10	29.0
20151	311	10	31.1
20152	277	10	27.7
20161	312	13	24.0
20162	296	13	22.8
20171	301	13	23.2
20172	272	13	20.9
20181	294	12	24.5

Los puntajes promedio del ICES o Saber por núcleo común, obtenido por los estudiantes que presentaron las Pruebas de Estado en el año 2012 y posteriores, se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Puntajes promedio de los estudiantes matriculados del programa de Ingeniería de Sistemas, por núcleo común

Período	Puntaje promedio ICES por núcleo común			
	MATEMÁTICA	FÍSICA	QUÍMICA	LENGUAJES
2012-1	51.2	47.1	46.7	51.4
2012-2	46.2	45.1	46.9	49.0
2013-1	54.2	49.2	49.5	49.8
2013-2	56.6	50.9	50.5	54.7
2014-1	53.2	49.2	50.6	52.4
2014-2	55.3	47.4	49.5	53.8
2015-1	59.5	58.1	44.5	54.9
2015-2	57.1	55.6	51.8	50.2
2016-1	65.1	59.0	44.8	51.8

Los semilleros de investigación son actividades no obligatorias, que posibilitan al estudiante acceder a los tres diferentes niveles de semilleros: básico, específico y aplicado, que se centran respectivamente en procesos de creatividad, formación en investigación en el área de la Ingeniería de Sistemas y áreas afines. Además, los semilleros son una vía para participar en proyectos de investigación avalados, por su calidad, como proyectos del Programa y del Grupo de Investigación ARKADIUS.

En la Tabla 9 se presenta la relación de estudiantes certificados en semilleros de investigación de los últimos seis años.

Tabla 9. Estudiantes certificados en semilleros de investigación

Periodo	Semillero Básico	Semillero Específico
2012	8	21
2013	8	25
2014	3	43
2015	6	7
2016	3	19
2017	8	14
2018-1	2	6

3.6.2 Profesores

Dentro de los cambios sustanciales de la última actualización del estatuto profesoral en están los requisitos para el ascenso en el escalafón. Estos requisitos se asocian con el dominio de una segunda lengua y producción científica, los cuales fueron definidos con el objeto de fomentar la generación de productos de alto impacto como artículos en revistas indexadas en el sistema ISI/Scopus, registro de software o patentes. En la Tabla 10 se presenta un listado de los profesores del programa según su escalafón actual.

Tabla 10. Número de profesores por categoría del escalafón

Categoría	Número de profesores
Titular	2
Asociado	3
Asistente	4
Auxiliar	2
Aspirante	2

A la fecha (julio de 2018), el programa cuenta con una planta de 13 profesores de tiempo completo y 14 profesores de catedra que atienden las asignaturas específicas del programa. Adicionalmente, la Facultad de Ingenierías cuenta con asignaturas de tronco común que son atendidas por profesores de tiempo completo en las áreas de ingeniería Civil (expresión gráfica) e ingeniería financiera (formulación y evaluación de proyectos). A su vez, el curso “fundamentos de programación” que también es de tronco común, es impartido por profesores de tiempo completo y algunos catedráticos de ingeniería de sistemas. Igualmente, los departamentos de Ciencias Básicas y de Ciencias Humanas cuentan con docentes para orientar las asignaturas de la UOC Ciencias Básicas y UOC Universidad de Medellín, respectivamente. Todo este personal está dispuesto para cubrir la demanda de estudiantes.

En la Tabla 11 se muestra el nivel de formación de los profesores de tiempo completo del programa.

Tabla 11. Cantidad y nivel de formación de profesores en 2018

Nivel de formación académica	Profesores tiempo completo
Doctores	10
Magíster- candidatos a Doctor	1

Magíster	2
Especialistas, candidatos a Magíster	
Especialistas	
Especialistas, candidatos a Doctor	
Profesionales	
Total	13

3.6.3 Currículo

El plan de estudios contempla 161 créditos, los cuales están distribuidos en 7 Unidades de Organización Curricular (UOC) así: Universidad de Medellín, Ciencias Básicas, Ciencias Básicas de Ingeniería, Diseño y Programación de Algoritmos, Desarrollo de Soluciones de Software, Investigación e Infraestructura y Seguridad. Como parte de la formación integral, la UOC Universidad de Medellín contempla 15 créditos que tienen como propósito formar al estudiante en valores éticos y ciudadanos. Además, dentro de las asignaturas de las UOC del área profesional se aborda la formación en habilidades blandas como trabajo en equipo, auto-aprendizaje y la capacidad de interacción con otras disciplinas.

También es importante resaltar el proceso de renovación curricular que se viene adelantando desde el año 2016. En este proceso se obtuvo como resultado un nuevo plan de estudios que incorpora aspectos como el diseño de cursos basado en competencias, énfasis en el desarrollo de competencias técnicas, la formación en investigación, y elementos transversales como la promoción de habilidades para autoaprendizaje, innovación, toma de decisiones siguiendo lineamientos de responsabilidad y ética profesional, interacción con el entorno y uso de segunda.

3.6.4 Extensión

Los principales proyectos de extensión, consultorías, y asesorías del Programa de Ingeniería de Sistemas se describen en la Tabla 12.

Tabla 12. Proyectos de extensión, consultorías, y asesorías del Programa de Ingeniería de Sistemas

Proyecto	Beneficiario	Año
Proyecto sistema de gestión de conocimiento UdeM	Universidad de Medellín	2016-2019
Desarrollo de capacidades al producto SMARTIN utilizando analítica avanzada y autoaprendizaje	MVM – Universidad de Medellín	2013-2015
Proyecto APSOFT - Desarrollo de un Software de Agricultura de Precisión para la fertilización en cultivos transitorios (Arroz) en el distrito de adecuación de	Exsis Software y Soluciones S.A.S.– Universidad de Medellín - Colciencias	2016-2018

tierras de gran escala del río Saldaña- APSof.		
Desarrollo de un software “Virtual Clinic” para mejorar los procesos administrativos y médicos de las Entidades de Salud”,	Exsis Software y Soluciones S.A.S.– Universidad de Medellín - Colciencias	2015-2016
Diseño e implementación de un sistema que integre la información relevante para entregar a los clientes de manera inteligente cuando interactúe con cualquiera de los canales dispuestos por el banco.	Banco Falabella - Universidad de Medellín - Colciencias	2017-2018

Los principales cursos de extensión del Programa de Ingeniería de Sistemas se describen en la Tabla 13.

Tabla 13. Cursos de extensión del programa de Ingeniería de Sistemas

Programa	Intensidad horaria	Entidad	Cantidad de asistentes	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Curso arquitectura de software	32 HORAS	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	15 PERSONAS	20 DE FEBRERO DE 2017	15 DE MARZO DE 2017
Curso analítica y ciencia de datos para resolver problemas de negocio	48 HORAS	EPM	25 PERSONAS	28 DE JUNIO DE 2017	20 DE SEPTIEMBRE DE 2017

3.6.5 Investigación

En la Tabla 14 se muestra la producción del grupo ARKADIUS (clasificado en A por COLCIENCIAS) en los diferentes periodos de tiempo, de tal forma que le logra evidenciar el crecimiento de la misma, principalmente en lo que se refiere a Desarrollos Tecnológicos e Innovación.

Tabla 14. Resumen de los productos del grupo de investigación ARKADIUS (M: Maestría, E: Especialización, P: Pregrado)

Año	Nuevo conocimiento		Desarrollos tecnológicos e innovación		Formación			Divulgación y apropiación social
	Artículo	Capítulo de libro	Prototipo	Software	M	E	P	
2012	5	0	0	2		7		6

2013	5	6	0	0		7		9
2014	8	7	0	2	2	2	1	4
2015	11	1	1	5	3	4		3
2016	5	0	2	3	4			8
2017	5	0	1	6	1			6

3.7 Grupo de investigación

El grupo de investigación ARKADIUS fue creado en marzo de 2004 y está adscrito a los programas Ingeniería de Sistemas e Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Medellín. Además, el grupo de investigación constituye un apoyo a la especialización en ingeniería de software, a la maestría en ingeniería de software, a la especialización en gerencia de información, a la maestría en gestión de la información y el conocimiento y al doctorado en ingeniería, de la facultad de Ingenierías de la Universidad de Medellín.

ARKADIUS está clasificado en categoría A (año 2017) por el Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología de Colombia - COLCIENCIAS. El grupo ARKADIUS comprometido socialmente con la generación de alternativas de solución a los problemas relacionados con el área específica de conocimiento; con reconocimiento técnico, académico y científico, en el análisis, comprensión e interpretación de los procesos investigativos del ámbito, local, regional, nacional e internacional.

3.7.1 Misión

El grupo de investigación ARKADIUS tiene como misión la integración de docentes y estudiantes de los programas de ingeniería de sistemas; ingeniería de telecomunicaciones; especialización en ingeniería de software; maestría en ingeniería de software; especialización en gerencia de información; maestría en gestión de la información y el conocimiento; y doctorado en ingeniería de la Universidad de Medellín, en actividades que fortalezcan las líneas de investigación, la producción y divulgación científica, la solución de problemas del entorno y la formación integral de los estudiantes.

3.7.2 Visión

El grupo de investigación ARKADIUS fomentará una cultura investigativa, generadora de productos que le permitan liderar comunidades científicas, participar en eventos, generar soluciones a las problemáticas concernientes con su saber a nivel local, nacional e internacional, para fortalecer el ejercicio de la academia en los programas y para consolidarse como un grupo de excelencia.

3.7.3 Líneas de investigación

Ingeniería de Software

La ingeniería de software es una disciplina que se enfoca en ofrecer métodos y técnicas para el desarrollo de software. La fabricación de software es un proceso específicamente creativo, por esto que la ingeniería del software se centra en sistematizar este proceso, con el fin de tratar los riesgos que pueden afectar los objetivos de fabricación del software, por medio de diversas técnicas que se han demostrado adecuadas en base a la experiencia previa. Sin embargo, esta disciplina requiere apoyo en investigación para la resolución de problemas que la afectan.

La ingeniería de software es un nuevo campo de investigación derivado de la ciencia de computación. En las últimas seis décadas su importancia ha venido siendo ampliamente reconocido por cada vez más investigadores, gracias a las aplicaciones emergentes (sistemas telefónicos, telecomunicaciones y comunicación óptica) y la mejora en aumento de las tecnologías de hardware y software basadas en disciplinas de otra naturaleza como las matemáticas, la ciencia de sistemas y la teoría de información.

Debido al crecimiento en el uso de dispositivos móviles en los últimos años, se ha potenciado el desarrollo de millones de aplicaciones web para estos dispositivos, llamadas comúnmente “apps”. Las estimaciones actuales indican que hay cientos de miles de desarrolladores de aplicaciones móviles y como resultado, ha habido un creciente número de investigaciones en ingeniería de software enfocadas en aplicaciones móviles para ayudar a los desarrolladores de dichas aplicaciones.

Lo anterior no significa que la ingeniería de software le otorgue mayor importancia a la investigación práctica. La investigación teórica subyacente en las diferentes fases del ciclo de vida de software constituye campos de investigación en expansión que le apuntan a preguntas como:

- ¿Cómo establecer y usar los principios de ingeniería y las buenas prácticas de gestión?
- ¿Cómo evaluar y utilizar herramientas y métodos en el desarrollo de software de alta calidad?
- ¿Cómo desarrollar software y su documentación asociada aplicando las mejores prácticas?
- ¿Cómo mejorar la calidad de los productos software, en términos de eficiencia, eficacia, mantenibilidad y usabilidad, en contraste con las necesidades del usuario final?

Algunos proyectos desarrollados por ARKADIUS en la línea de ingeniería de software son:

- Diseño y aplicación de juegos basados en experiencias para la enseñanza de la ingeniería de software y el desarrollo de habilidades gerenciales
- Metodología de enseñanza-aprendizaje de PSP/TSP como iniciativa para mejorar los niveles de calidad y productividad de equipos de trabajo de desarrollo de software
- Desarrollo de una técnica de identificación de riesgos para el proceso de adquisición (*outsourcing*) de productos software como parte de la metodología de gestión de riesgos para proyectos de adquisición de software
- Creación de técnicas de implementación de buenas prácticas para el desarrollo de software en pequeños entornos de Latinoamérica
- Desarrollo de un modelo de cuantificación de riesgos laborales en la construcción de Colombia
- Estrategias para facilitar la implementación de buenas prácticas en ingeniería de software para PYMES en Latinoamérica a través de técnicas ágiles
- Software de Clasificación automático para el sistema de recuperación de imágenes de ecosistemas acuáticos amazónicos - SIRIRA
- Biblioteca digital en estudios humanitarios
- Mechanism To Define Target Architectures Independent Of The Model-To-Text Transformations In Model-Driven Web Engineering Methods
- Metáfora: Generación de Aplicaciones Web y Móviles Basadas en Procesos de Negocio, Usando Ingeniería Dirigida por Modelos
- Herramienta para la documentación de pruebas funcionales
- Modelo para la participación y colaboración de agentes en redes sociales web 2.0
- Método para la gestión de intervenciones de agentes en la co-creación de productos y servicios innovadores bajo ambientes ubicuos

- Ubiquitous machine: producto de innovación

Sistemas de gestión de la información y el conocimiento

El objetivo de esta línea es establecer un espacio de investigación donde sea posible la construcción de conocimiento y discusión alrededor de dos tópicos de la ingeniería de sistemas, la gestión de la información y la gestión del conocimiento como factores determinantes en la nueva economía del conocimiento, para la comunidad científica y productiva de la región del país y el mundo.

La Ciencia de la Información surge por la necesidad de estudiar a fondo todo lo relacionado con el elemento que ha ocupado un lugar significativo para el desarrollo humano: la información. Su objetivo fundamental es el estudio de la actividad científico-informativa. Su origen y expansión se atribuye al período de la postguerra, época en la cual se liberaron documentos e investigaciones que hasta entonces estuvieron fuera del flujo normal de información, para ser puestos a disposición del conocimiento colectivo.

La ciencia de la Información es una ciencia interdisciplinaria derivada y relacionada con diversas áreas del saber. En su aspecto puro, investiga el objeto sin importar sus aplicaciones y en su parte práctica, desarrolla productos y servicios. Es aquí, precisamente donde la ciencia de la información puede relacionarse con otras disciplinas, y es el punto de partida para el desarrollo de programas de investigación en los que interviene la interdisciplinariedad. Su importancia radica en que estudia todos los aspectos relacionados con la información, como patrimonio de la humanidad. La investigación científica en este campo es necesaria para que la sociedad legitime los hechos de la ciencia de la información, para que el mercado consuma información de una manera efectiva, para que los profesionales creen nuevas demandas informativas.

Además de la información, está el conocimiento como elemento central de estudio de la línea de investigación. El conocimiento es el mejor y más valioso recurso con que cuentan las organizaciones. Las empresas han comprendido que su principal activo es el conocimiento de sus empleados, lo que algunos llaman el capital intelectual o el conocimiento tácito, el cual se identifica con el valor inmaterial que genera en la organización, y la gestión del conocimiento se centra en cómo explotar al máximo este valor intangible. Por esto, es necesario pensar en la actividad de investigación, y la conformación de las líneas de investigación como la manera más idónea, para canalizar los esfuerzos y convertirlos en verdaderos polos del engranaje competitivo.

Actualmente, las áreas de mayor interés investigativo para la línea de investigación lo constituyen la administración adaptativa, el aprendizaje individual y colectivo, los procesos de evaluación formal y las redes sociales. Las redes sociales se han vuelto focos de interés para la investigación científica en la gestión del conocimiento, ya que éstas son usadas también por las empresas para promover sus productos, además de ser muy efectivas para comunicación y mercadeo. El análisis de redes sociales es útil para medir cómo fluye el conocimiento en estas redes y para construir capital social con tomadores de decisión que creen canales para el conocimiento. Además, hay un creciente interés en cómo la colaboración entre grupos de personas puede ser gobernada más que administrada. El internet de las cosas y la tecnología móvil han creado también nuevos focos de investigación científica.

Algunos proyectos desarrollados por ARKADIUS en la línea de sistemas de gestión de la información y el conocimiento son:

- Proceso de adopción de soluciones ERP (*Enterprise Resource Planning*) en empresas colombianas. Un estudio comparativo de caso.
- Impacto de la implementación de iniciativas y proyectos de gestión del conocimiento en la creación de valor en algunas grandes empresas de la ciudad de Medellín.
- Modelo de transferencia de conocimiento 2.0 caso MVM ingeniería de software s.a. fase experimentación.
- Innovacampus - proyecto de innovación curricular en ciencias básicas de ingeniería -cbi- para la Universidad de Medellín.
- Innovacampus - proyecto de innovación curricular en ciencias básicas de ingeniería -cbi- para la Universidad de Medellín

Inteligencia Artificial

En términos técnicos la inteligencia artificial (IA) es una de las áreas de las ciencias de la computación que aborda todos los aspectos relacionados con agentes inteligentes no vivos. Es decir, es la disciplina que se encarga de la construcción de procesos sobre los cuales es posible ejecutar acciones o resultados, sobre una arquitectura física. Donde dichos resultados pueden maximizar el rendimiento, basándose en la secuencia de entradas y en el conocimiento almacenado en dicha arquitectura. Esta disciplina no solamente trabaja los aspectos de agentes inteligentes, sino que también define un conjunto de procesos que aborda, tales como: a) ejecución de una respuesta predeterminada por cada entrada, b) búsqueda del estado requerido en el conjunto de los estados producidos por las acciones posibles, c) algoritmos genéticos, entre otros.

La inteligencia artificial aborda la pregunta de cómo construir máquinas que aprendan automáticamente de la experiencia y cuáles son las leyes (estadísticas, computacionales, informáticas o teóricas) que gobiernan el proceso de aprendizaje. El estudio de la inteligencia artificial es importante para responder estas preguntas científicas fundamentales, que tienen además alta aplicabilidad en diversos campos.

La inteligencia artificial ha progresado dramáticamente en las últimas décadas, estando en la intersección de la ciencia de los computadores y la estadística, y en el núcleo de la ciencia de datos. Los progresos recientes en el aprendizaje de máquina han sido dictados por el desarrollo de algoritmos y teorías de aprendizaje, y por la explosión de la disponibilidad de datos en línea y el bajo costo computacional. La adopción de métodos de inteligencia artificial puede encontrarse en la ciencia, la tecnología y el comercio, pasando de una curiosidad científica a una tecnología práctica con uso creciente en varios campos, incluyendo la salud, manufactura, educación, modelado financiero y marketing.

Los campos de investigación más activos en esta línea son:

Big data: la última década ha visto un crecimiento rápido en la habilidad de los sistemas computacionales móviles y en red para almacenar y transmitir grandes cantidades de datos, un fenómeno conocido como "Big Data". Los científicos e ingenieros que se enfrentan a estas magnitudes de datos, han buscado soluciones en la inteligencia artificial para el problema de obtener información relevante, predicciones y decisiones de estos datos masivos. Además, el único problema de investigación no lo constituye el tamaño de estos datos, sino también su naturaleza granular y personalizada.

Personalización: La inteligencia artificial puede ayudar personalizar servicios adaptados a las circunstancias de cada individuo

Aprendizaje profundo (*Deep learning*): El aprendizaje profundo es un enfoque inspirado en la neurociencia para construir máquinas inteligentes, capaces de reconocer imágenes, comprender el lenguaje o incluso tomar decisiones. Esta técnica descansa en las redes neuronales artificiales, y en los últimos años, ha impulsado de manera singular la investigación en inteligencia artificial. Hoy, grandes empresas tecnológicas están invirtiendo miles de millones en su desarrollo.

Inteligencia distribuida: Una tendencia reciente es que los sistemas de inteligencia artificial están tomando la forma de colecciones de software complejas que se ejecutan en plataformas computacionales paralelas y distribuidas a gran escala. En este entorno hay campos de investigación de interés actual como son la privacidad y seguridad de los datos, la comunicación entre los agentes software y el costo computacional de los algoritmos. Algunas oportunidades de investigación por explorar como el aprendizaje continuo y por analogía (aprender una habilidad basado en el hecho de haber aprendido otra anteriormente. También está el aprendizaje colaborativo.

Algunos proyectos desarrollados por ARKADIUS en la línea de sistemas de gestión de la información y el conocimiento son:

- Uso de técnicas de neurodiseño en modelos persuasivos humanos. Aplicación al de diseño de campañas nacionales de prevención.
- Desarrollo de un prototipo de clasificación automático de imágenes digitales capturadas por dispositivos simples, para el sistema de recuperación de imágenes de ecosistemas acuáticos amazónicos -sirira-
- Proyecto AMI para la detección y control del fraude eléctrico.
- Método de transformación de lenguaje natural a lenguaje controlado para la obtención de requisitos, a partir de documentación técnica.
- Revisión de literatura en transformación de lenguaje natural a lenguaje controlado para la obtención de requisitos, a partir de documentación técnica
- Especificación de un Lenguaje Controlado de Dominio Específico: Fundamentos Lingüísticos y bases de transformación desde Documentos técnicos corporativos en Lenguaje Natural.

Automatización

Esta disciplina busca llevar a cabo o ejecutar de forma automática tareas industriales, administrativas o científicas, de tal forma que se realicen de forma ágil y efectiva. Esta disciplina es una de las que más contribuyen a hacer más efectivo el trabajo (en sentido amplio), por lo que se constituye en una disciplina que trabaja en pro del beneficio al ser humano. La automatización es la producción de software o hardware especialmente diseñado para ayudar a las personas a realizar sus actividades.

La línea de investigación en automatización del grupo ARKADIUS, ha incursionado en la investigación de temas que hasta el momento solo han sido abordados por países industrializados, tal es el caso de la aviónica; los vehículos aéreos autónomos no tripulados; los sistemas de tiempo real; la medición de variables remotas; las infraestructuras de medición avanzada y la computación aplicada a los múltiples escenarios y necesidades de hardware. Para esto se ha interactuado con grupos de investigación de otras universidades, empresas del sector privado y organismos del estado; atacando una de las debilidades del ámbito investigativo que es la “falta de interacción”.

La automatización es un campo fascinante y su estudio proporciona un vistazo de cómo las teorías, tecnologías y aplicaciones pueden interactuar en el desarrollo de una disciplina que es multidisciplinaria. Las aplicaciones de la automatización van desde dispositivos a micro-escala o nano-escala, hasta sistemas como las redes de energía nacional o los sistemas de comunicación global. La expansión de Internet y las redes celulares fueron el combustible tecnológico, así como el deseo de sistemas con mayor autonomía.

Los campos de investigación activos en esta línea son las redes de sensores y actuadores, la automatización del diseño, la producción y prueba de sistemas de control, la administración y temporización de recursos en informática (como el tiempo de CPU, memoria, banda ancha y potencia), para computadores embebidos como los de los dispositivos móviles o hasta los servidores. También hay un creciente interés en los sistemas híbridos, en los vehículos autónomos y en las áreas de simulación y modelado con relación a la creación de nuevas estructuras de ingeniería para el diseño de productos, para acelerar la creación de estructuras complejas.

La creciente complejidad de los sistemas también ha aumentado las necesidades en mejoras e investigación en el área de la automatización.

Algunos proyectos desarrollados por ARKADIUS en la línea de sistemas de gestión de la información y el conocimiento son:

- Sistemas de control en red: nuevas reglas de sintonía para un proceso con respuesta inversa y tiempo muerto variable
- Diseño, implementación y prueba de un sistema de control y navegación para un mini-helicóptero robot – COLIBRÍ.
- Estimación del estado para el control de un mini-helicóptero robot – COLIBRÍ.
- Diseño e implementación de una red CAN para el monitoreo y control de las principales variables en servomotores para máquinas inteligentes.
- Proyecto AMR/AMI para la detección y control del fraude eléctrico - spin off.
- Puesta en marcha, validación y mejoras de una infraestructura de medición avanzada (AMI) de energía eléctrica.
- Proyecto AMI para la detección y control del fraude eléctrico.

Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones son una fuerza motora crucial en la globalización económica y el principal garante de un mundo altamente conectado. Los principales objetivos de esta línea son producir nuevo conocimiento en telecomunicaciones y en áreas de conocimiento afines, a partir del cual se pueda aportar a la solución de problemáticas que afectan a la sociedad y a las empresas, especialmente de Medellín y su Área Metropolitana, tanto por su condición de mercado promisorio, definido así en el plan de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín 2012- 2021, como por ser un sector estratégico transversal que jalona la competitividad de todos los demás sectores económicos. La línea también procura contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de población vulnerable o en condiciones de pobreza, a través del desarrollo de sistemas que le permitan mejorar su acceso a servicios básicos como salud, educación, trabajo, gobierno y comunicaciones.

Las Telecomunicaciones han sido consideradas como una disciplina de la ingeniería electrónica que combina la técnica y la ciencia porque se basa en principios científicos, crea y aplica tecnologías e incluso

se apoya en técnicas empíricas. Las tecnologías de las telecomunicaciones tienen implicaciones revolucionarias en las relaciones entre las empresas y en la vida cotidiana de los ciudadanos. Y ello con un ritmo de cambio nunca antes conocido. Todo esto multiplica la importancia de la investigación y el desarrollo en este sector. En general el sector de telecomunicaciones es líder en la economía de los países y todos los sectores económicos emplean sus servicios. En Colombia, entre 1994 y 2010, la inversión en telecomunicaciones ha crecido desde 2,000 millones hasta 3,2 billones de dólares americanos, y actualmente la inversión extranjera en telecomunicaciones constituye el 35% de la inversión total extranjera del país. El impacto de las telecomunicaciones en la sociedad es indiscutible. En Colombia aún se tiene una brecha digital considerable y hay una exagerada diferencia entre la infraestructura de comunicaciones en ciudades desarrolladas y la de regiones pobres y zonas rurales. Aun así, las telecomunicaciones en el país han avanzado vertiginosamente y cada día adquieren mayor importancia en las actividades cotidianas. Es así que no es posible imaginar empresas sin telefonía fija, telefonía celular, Internet, servicios de correo electrónico, páginas Web, redes privadas, conexiones virtuales, etc. Tampoco es posible vislumbrar universidades sin estas capacidades, ni hogares y grupos de amigos sin un mínimo de conectividad. Las telecomunicaciones permiten el flujo de la información en tiempo real. Esto hace que se reduzcan los costos en general en las actividades diarias que realiza el ser humano. El nivel de comunicación ubicua ha tomado mucha importancia en el mundo de hoy, esto ha permitido el desarrollo de redes fijas y celulares y, por lo tanto, es necesario un nivel de investigación importante que pueda soportar este desarrollo.

Las tendencias de investigación y desarrollo están concentradas alrededor de tres tipos de productos: sistemas en chips (SoC), circuitos mixtos analógicos/digitales y microprocesadores. En los SoC se encuentran retos tanto en la fabricación, como en el diseño, e involucran tecnologías electrónicas de diferente tipo como circuitos digitales, analógicos, sensores y actuadores. Constituyen un mercado de alta complejidad que demanda grandes volúmenes de producción, semejante al de los ASICS (*Application Specific Integrated Circuit*). El campo de los circuitos integrados mixtos ha florecido en la última década, impulsado de manera importante por la gran cantidad de aplicaciones inalámbricas de corto y mediano alcance que han aparecido en el mercado. Sistemas RF (radio frecuencia) de bajo consumo, conversores A/D (analógicos/digitales) y D/A (digitales/analógicos) de alto desempeño, procesadores digitales de señales, son ejemplo de los módulos que se deben incorporar en un mismo circuito integrado; esto plantea retos importantes en diseño de circuitos, metodologías de diseño y procesos de fabricación. El campo de los microprocesadores está orientado a aplicaciones sobre medidas en las que el desempeño y los costos de producción son elementos determinantes del desarrollo, por lo tanto, está en manos de las grandes industrias la participación en el mercado.

Las tecnologías de las telecomunicaciones tienen implicaciones revolucionarias en las relaciones entre las empresas y en la vida cotidiana de los seres humanos, que gracias a la electrónica se incrementan a un ritmo de cambio nunca antes conocido. Todo esto multiplica la importancia de la investigación y el desarrollo académico en este sector, que debe ser acogido por la universidad y contar con el apoyo fundamental de entidades estatales y privadas para propiciar y divulgar las novedades en materia de investigación y desarrollo en telecomunicaciones donde se puedan vislumbrar las perspectivas del sector en los procesos de I+D no solamente en el contexto regional y nacional, sino también internacional.

Algunos proyectos desarrollados por ARKADIUS en la línea de sistemas de gestión de la información y el conocimiento son:

- Dispositivos electrónicos modulares inteligentes para la detección y el control de fugas de gas natural en cubiertas de cocina.
- Evaluación del uso de decodificación RS con el algoritmo euclidiano y el algoritmo Berlekamp en sistemas punto que utilizan tecnologías de acceso.
- Sistemas de control en red: nuevas reglas de sintonía para un proceso con respuesta inversa y tiempo variable muerto.
- Simulación de la onda elástica anisotrópica en 3D mediante paralelización en GPU usando CUDA para aplicaciones RFID con tecnología de onda acústica superficial (SAW).
- Puesta a punto del prototipo de un sistema de masas para un laboratorio remoto de física.
- Validación de algoritmos de aprendizaje automático usados en sistemas de telecomunicaciones de radio cognitiva.

3.7.4 Estrategias de desarrollo

Formación para la investigación: la estrategia consiste en la participación activa en la dirección de estudiantes en trabajos de grado y en semilleros de investigación, mediante participación en Nodos Regionales y Nacionales. Adicionalmente, los investigadores dirigen proyectos de aula en las asignaturas que imparten. Esto abre las puertas para que los estudiantes desarrollen su creatividad e innovación.

Investigación científica: la estrategia consiste en la ejecución de proyectos de investigación que produzcan nuevo conocimiento, participando en convocatorias internas y externas.

Relación con pares: La estrategia consiste en participar en redes de conocimiento y desarrollar proyectos de investigación en conjunto con otros grupos de la institución y de otras entidades. El grupo cuenta con importantes alianzas con otros grupos de investigación, con el fin de fomentar el desarrollo científico en un campo interdisciplinario.

Innovación y transferencia del conocimiento: en este campo se tiene la estrategia de realizar investigación aplicada como herramienta para el desarrollo empresarial. La asociación Universidad-Empresa-Estado hace posible la integración y transferencia del conocimiento académico a diferentes actores de la sociedad. Otra estrategia es la participación del grupo en eventos (nacionales e internacionales), la organización anual del Seminario Internacional de Ciencias de la computación (SICC) y las presentaciones públicas de proyectos terminados.

4 Plan de formación

4.1 Acuerdos académicos

La Tabla 15 resume los cambios que ha tenido el plan de estudios del Programa y los Acuerdos que los han reglamentado.

Tabla 15. Historia de los Acuerdos que han cambiado el plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas

Asunto	Acuerdo	Fecha	Vigencia del plan de estudios
Creación del programa	15	Octubre 3 de 1994	Hasta junio de 1996
Cambio plan de estudios	04	Abril 25 de 1996	Hasta junio de 1997
Cambio plan de estudios	32	Junio 27 de 1997	Hasta junio de 2004
Cambio plan de estudios	06	Junio 28 de 2004	Hasta junio de 2006
Cambio plan de estudios	09	Mayo 30 de 2006	Hasta junio de 2012

Cambio plan de estudios	19	Junio 13 de 2012	Actual
Cambio plan de estudios	17	Junio 14 de 2018	A partir del 2019 I

4.2 Estructura curricular

La estructura curricular que actualmente rige el Programa se presenta en la Tabla 16 . Las siguientes abreviaciones han sido utilizadas: Obligatoria (OBL), Electiva (ELE), Créditos Académicos (CA), Horas de trabajo directo (HD), Horas de trabajo independiente (HI), Horas de trabajo totales (HT).

Tabla 16. Estructura Curricular del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín

Semestre	Asignaturas	OBL*	ELE*	CA*	Horas de trabajo académico		
					HD**	HI**	HT**
I	Pensamiento ingenieril	x		2	32	64	96
	Introducción a la Ingeniería de Sistemas	x		2	64	32	96
	Pensamiento algorítmico	x		3	64	80	144
	Análisis geométrico	x		4	96	96	192
	Álgebra y trigonometría	x		3	64	80	144
	Expresión escrita	x		3	64	80	144
	Actividad deportiva y cultural		x	1	32	16	48
	Total semestre I			18	416	448	864
II	Procesos de negocio y tecnologías de información	x		3	64	80	144
	Algoritmos y programación orientada a objetos	x		3	64	80	144
	Matemáticas discretas	x		3	64	80	144
	Algebra lineal	x		3	64	80	144
	Cálculo diferencial	x		3	64	80	144
	Expresión gráfica	x		2	64	32	96
	Total semestre II			17	384	432	816
III	Ingeniería de requisitos	x		3	64	80	144
	Lenguajes de programación y código limpio	x		3	64	80	144
	Estructuras de datos dinámicas	x		3	64	80	144
	Física I	x		3	64	80	144
	Cálculo integral	x		3	64	80	144
	Ciencia y libertad	x		2	64	32	96
	Total semestre III			17	384	432	816
IV	Legislación	x		3	64	80	144
	Fundamentos de diseño de software	x		3	64	80	144
	Modelos de datos	x		3	64	80	144
	Análisis y diseño de algoritmos	x		3	64	80	144
	Física II	x		3	64	80	144
	Cálculo de varias variables	x		3	64	80	144
	Total semestre IV			18	384	480	864
V	Proyecto de ingeniería I	x		2	32	64	96
	Diseño detallado y arquitectura de software	x		3	64	80	144

	Lenguajes y paradigmas de programación	x		3	64	80	144
	Electrónica digital	x		3	64	80	144
	Ecuaciones diferenciales	x		3	64	80	144
	Análisis numérico	x		3	64	80	144
	Total semestre V			17	352	464	816
VI	Gestión de la configuración	x		3	64	80	144
	Desarrollo de aplicaciones web	x		3	64	80	144
	Gestión y administración de datos	x		3	64	80	144
	Arquitectura de computadores y sistemas operativos	x		3	64	80	144
	Estadística para ingeniería	x		4	96	96	192
	Libre elección I		x	2	64	32	96
	Total semestre VI			18	416	448	864
VII	Formulación y evaluación de proyectos	x		3	64	80	144
	Validación y verificación de software	x		3	64	80	144
	Desarrollo de aplicaciones móviles	x		3	64	80	144
	Redes y comunicaciones IP	x		3	64	80	144
	Investigación de operaciones	x		3	64	80	144
	Libre elección II		x	2	64	32	96
	Total semestre VII			17	384	432	816
VIII	Proyecto de ingeniería II	x		2	32	64	96
	Gestión de proyectos informáticos	x		3	64	80	144
	Emprendimiento e innovación en Ingeniería de Software	x		2	64	32	96
	Análisis predictivo de datos	x		3	64	80	144
	Infraestructura tecnológica	x		3	64	80	144
	Ciberseguridad	x		3	64	80	144
	Libre elección III		x	2	64	32	96
	Total semestre VIII			18	416	448	864
IX	Línea de énfasis I		x	3	64	80	144
	Línea de énfasis II		x	3	64	80	144
	Línea de énfasis III		x	3	64	80	144
	Total semestre X			9	192	240	432
X	Trabajo de grado/Práctica empresarial / Proyecto empresarial o de Investigación		x	12	384	192	576
	Total semestre IX			12	384	192	576
Total de créditos del plan de estudios				161	3712	4016	7728

4.3 Requisitos académicos

Se establecen los requisitos académicos para cursar las asignaturas que a continuación se indican en la Tabla 17.

Tabla 17. Requisitos académicos del plan de formación del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín

NIVEL II	
Para cursar	Haber aprobado

Procesos de negocio y tecnologías de la información	Pensamiento ingenieril, e Introducción a la ingeniería de sistemas
Algoritmos y programación orientada a objetos	Pensamiento algorítmico
Matemáticas discretas	Pensamiento algorítmico
Álgebra lineal	Análisis geométrico
Cálculo diferencial	Álgebra y trigonometría
Expresión gráfica	

NIVEL III	
Para cursar	Haber aprobado
Ingeniería de requisitos	Procesos de negocio y tecnologías de información
Lenguajes de programación y código limpio	Algoritmos y programación orientada a objetos
Estructuras de datos dinámicas	Matemáticas discretas
Física I	Cálculo diferencial y Análisis geométrico
Cálculo integral	Cálculo diferencial

NIVEL IV	
Para cursar	Haber aprobado
Fundamentos de diseño de software	Ingeniería de requisitos
Modelos de datos	Estructura de datos dinámicas
Análisis y diseño de algoritmos	Estructura de datos dinámicas
Física II	Física I
Cálculo de varias variables	Cálculo integral

NIVEL V	
Para cursar	Haber aprobado
Proyecto de ingeniería I	Fundamentos de diseño de software
Diseño detallado y arquitectura de software	Fundamentos de diseño de software y Lenguajes de programación y código limpio
Lenguajes y paradigmas de programación	Análisis y diseño de algoritmos
Electrónica digital	Física II y Matemáticas discretas
Ecuaciones diferenciales	Álgebra lineal y Cálculo de varias variables
Análisis numérico	Cálculo de varias variables

NIVEL VI	
Para cursar	Haber aprobado
Gestión de la configuración	Fundamentos de diseño de software
Desarrollo de aplicaciones web	Diseño detallado y arquitectura de software, y Modelos de datos
Gestión y administración de datos	Modelos de datos
Arquitectura de computadores y sistemas operativos	Electrónica digital
Estadística para ingeniería	Cálculo integral
Libre elección I	

NIVEL VII	
Para cursar	Haber aprobado
Formulación y evaluación de proyectos	Proyecto de ingeniería I
Validación y verificación de software	Gestión de la configuración
Desarrollo de aplicaciones móviles	Desarrollo de aplicaciones web
Redes y comunicaciones IP	Arquitectura de computadores y sistemas operativos
Investigación de operaciones	Estadística para ingeniería
Libre elección II	

NIVEL VIII	
Para cursar	Haber aprobado
Proyecto de ingeniería II	Formulación y evaluación de proyectos
Gestión de proyectos informáticos	Validación y verificación de software
Emprendimiento e innovación en Ingeniería de Software	Formulación y evaluación de proyectos
Análisis predictivo de datos	Gestión y administración de datos, y Estadística para ingeniería
Infraestructura tecnológica	Redes y comunicaciones IP
Ciberseguridad	Redes y comunicaciones IP

NIVEL IX	
Para cursar	Haber aprobado
Línea de énfasis I Línea de énfasis II Línea de énfasis III	Todas las asignaturas del plan de formación hasta el nivel octavo inclusive

NIVEL X	
Para cursar	Haber aprobado
Trabajo de grado/Práctica empresarial / Proyecto empresarial o de Investigación	Haber cursado el 80% del total de los créditos del programa

4.4 Unidades de organización curricular

Las asignaturas del plan de formación del programa Ingeniería de Sistemas se organiza en las Unidades de Organización Curricular (UOC) que muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Unidades de Organización Curricular del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Medellín

UOC	Universidad de Medellín	Créditos	Ciencias Básicas	Créditos
Asignaturas	Expresión escrita	3	Análisis geométrico	4
			Álgebra y trigonometría	3
	Ciencia y libertad	2	Álgebra lineal	3
	Legislación	3	Calculo diferencial	3
	Libre elección I	2	Cálculo integral	3
	Libre elección II	2	Cálculo de varias variables	3
	Libre elección III	2	Física I	3
	Actividad deportiva y cultural	1	Física II	3
	Total UOC Universidad de Medellín	15	Total UOC Ciencias básicas	25

UOC	Ciencias básicas de ingeniería	Créditos	Diseño y programación de algoritmos	Créditos
Asignaturas	Pensamiento ingenieril	2	Algoritmos y programación orientada a objetos	3
	Introducción a la ingeniería de sistemas	2		
	Proyecto de ingeniería I	2	Lenguajes de programación y código limpio	3
	Expresión gráfica	2	Matemáticas discretas	3
	Ecuaciones diferenciales	3	Estructuras de datos dinámicas	3
	Análisis numérico	3	Análisis y diseño de algoritmos	3
	Estadística para ingeniería	4	Lenguajes y paradigmas de programación	3
	Investigación de operaciones	3	Modelo de datos	3
	Formulación y evaluación de proyectos	3	Análisis predictivo de datos	3
	Proyecto de ingeniería II	2	Gestión y administración de datos	3
	Pensamiento algorítmico	3		
	Total UOC Ciencias básicas de ingeniería	29	Total UOC Diseño y programación de algoritmos	27

UOC	Desarrollo de soluciones de software	Créditos	Infraestructura y seguridad	Créditos
Asignaturas	Procesos de negocio y tecnologías de la información	3	Electrónica digital	3
	Ingeniería de requisitos	3	Arquitectura de computadores y sistemas operativos	3
	Fundamentos de diseño de software	3	Redes y comunicaciones IP	3
	Diseño detallado y arquitectura de software	3	Infraestructura tecnológica	3
	Gestión de la configuración	3	Ciberseguridad	3
	Desarrollo de aplicaciones web	3		
	Validación y verificación de software	3		
	Desarrollo de aplicaciones móviles	3		

	Gestión de proyectos informáticos	3		
	Total UOC Desarrollo de soluciones de software	27	Total UOC Infraestructura y seguridad	15

UOC	Investigación	Créditos
Asignaturas	Trabajo de grado/Práctica empresarial / Proyecto empresarial o de Investigación	12
	Emprendimiento e innovación en Ingeniería de Software	2
	Línea de énfasis I	3
	Línea de énfasis II	3
	Línea de énfasis III	3
	Total UOC Investigación	23

Total de créditos del programa 161

4.4.1 UOC Ciencias Básicas de Ingeniería

A continuación, se presentan los problemas y propósitos de formación de la UOC Ciencias Básicas de Ingeniería.

Problemas de formación

- ¿Cómo desarrollar las habilidades y competencias que sirvan de base para lograr la adecuada aplicación de los conocimientos específicos de la ingeniería en el ciclo de vida de proyectos informáticos?
- ¿Cómo debe utilizar el ingeniero, en la vida real, las propiedades de la lógica y las técnicas de números para una toma de decisiones y para la solución de problemas?
- ¿Cómo aportar el simbolismo, lógica y rigurosidad para la abstracción en el tránsito desde lo no estructurado en el espacio del problema hasta la estructuración de la información en un el diseño y ejecución de una solución?

Propósitos de formación

- Desarrollar habilidades y destrezas que permitan la construcción de modelos durante los procesos de abstracción en el diseño de una solución informática.
- Aplicar las matemáticas discretas, la lógica, la teoría de conjuntos, el análisis numérico, la estadística, la teoría de la probabilidad y la electrónica básica para resolver problemas durante toda la cadena de una solución: análisis de contexto, diseño de las soluciones, implementación de las soluciones y pruebas.
- Comprender y aplicar teorías, técnicas y modelos que favorezcan la comprensión de problemas interdisciplinarios y la comunicación con ingenieros de otras áreas de conocimiento.

4.4.2 UOC Diseño y Programación de Algoritmos

A continuación, se presentan los problemas y propósitos de formación de la UOC Diseño y Programación de Algoritmos.

Problemas de formación

- ¿Cuáles son las competencias y conocimientos específicos requeridos para el desarrollo y gestión de Sistemas Informáticos mediante la apropiación de herramientas informáticas y teniendo en cuenta la legislación informática vigente?

Propósitos de formación

- Conocer los aspectos fundamentales de la lógica de programación e inducir al estudiante a pensar algorítmicamente bajo el modelo estructurado.
- Analizar los Sistemas Numéricos y sus operaciones para operaciones informáticas al interior del computador.
- Usar los conceptos algorítmicos y de la lógica de la programación para solucionar problemas utilizando una metodología y herramienta apropiada.
- Aplicar el correcto uso de la sintaxis de las estructuras de programación del lenguaje de Programación usando pseudocódigo y lenguaje Python para solucionar problemas.
- Reconocer problemas a los que se les puede dar solución mediante un algoritmo.
- Aplicar una metodología sistemática para la solución a problemas que pueden resolverse algorítmicamente.
- Especificar algoritmos de manera precisa utilizando conceptos matemáticos y elementos de programación funcional.
- Implementar la solución algorítmica mediante un lenguaje de programación.
- Implementar sistemas de información para diferentes plataformas utilizando lenguajes de programación de alto nivel.
- Diseñar e implementar estructuras de almacenamiento para la gestión eficiente de los datos en los sistemas de información.

4.4.3 UOC Desarrollo de Soluciones de Software

A continuación, se presentan los problemas y propósitos de formación de la UOC Desarrollo de Soluciones de Software:

Problemas de formación

- ¿Cómo lograr que el estudiante realice el análisis de problemas correctamente identificados y la especificación de los requisitos y necesidades de un sistema de información o de un proceso de negocio, utilizando métodos y técnicas propias de la ingeniería de software?
- ¿Cómo lograr que el estudiante diseñe y construya una solución informática según las especificaciones y necesidades identificadas, aplicando patrones y usando técnicas de validación y verificación para asegurar la calidad del proceso y el producto de software?
- ¿Cómo lograr que el estudiante adquiera los conocimientos y desarrolle las habilidades para gestionar proyectos informáticos de manera eficaz?

Propósitos de formación

- Facilitar en el estudiante el desarrollo de conocimientos y uso de métodos y estándares apropiados que le permitan identificar problemas, analizar y especificar requisitos de un sistema de información y de un proceso de negocio.
- Fundamentar las técnicas necesarias para que el estudiante aplique patrones y buenas prácticas en el diseño y construcción de software, asegurando la calidad del proceso, mientras valida y verifica apropiadamente el producto de software.
- Establecer las bases conceptuales necesarias que le permitan al estudiante llevar a cabo la gestión de proyectos informáticos de manera eficaz.

4.4.4 UOC Infraestructura y Seguridad

A continuación, se presentan los problemas y propósitos de formación de la UOC Infraestructura y Seguridad.

Problemas de formación

- ¿Cómo lograr que el estudiante integre las teorías, técnicas y herramientas necesarias para solucionar de forma efectiva los problemas de infraestructura tecnológica y de seguridad de la información en una organización?

Propósitos de formación

- Lograr que el estudiante analice, diseñe e implemente soluciones de hardware y software para resolver problemas asociados a la infraestructura tecnológica de una organización y a los elementos que la componen.
- Desarrollar en el estudiante las habilidades para proponer e implementar soluciones que puedan resolver problemas asociados a la seguridad de la información haciendo uso óptimo de las tecnologías computacionales y los elementos conceptuales y teóricos de la ciencia y la técnica.

5 Gestión curricular

El Sistema de Gestión de la Calidad de la Universidad de Medellín establece el mapa de procesos para la gestión curricular de sus programas académicos como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Mapa de procesos para la Gestión Curricular de la Universidad de Medellín

Proveedores	Entradas	PHVA	Actividades	Salidas
• DIRECCIONAMIENTO INSTITUCIONAL	Proyecto Educativo Institucional - PEI	P	PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	Programación académica
• CREACIÓN • RENOVACIÓN Y MODIFICACIÓN DE PROGRAMAS ACADÉMICOS	Programas académicos			Programación académica

• GESTIÓN NORMATIVA		Calendario Académico Estatuto Profesoral			Programación académica
• GESTIÓN DEL DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO		Profesores			Plan de trabajo profesoral con Aval Carga académica
• CREACIÓN • RENOVACIÓN Y DE MODIFICACIÓN PROGRAMAS ACADÉMICOS		Diseño microcurricular Documento maestro del Registro Calificado		GESTIÓN DEL PLAN DE TRABAJO PROFESORAL	Diseño microcurricular actualizado
				ACTUALIZACIÓN DE MICROCURRÍCULOS	
• CREACIÓN • RENOVACIÓN Y DE MODIFICACIÓN PROGRAMAS ACADÉMICOS		Plan de trabajo profesoral Carga académica	H	DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO PROFESORAL	Actividades de docencia, investigación, extensión, administración educativa y formación de alto nivel, según corresponda profesor tiempo completo o catedrático
• GESTIÓN DE ADMISIONES Y REGISTRO		Estudiantes matriculados			Programación académica desarrollada Eventos Tutorías y talleres
• GESTIÓN DE APOYO ACADÉMICO		Recursos logísticos (aulas, medios audiovisuales), libros, laboratorios			Programación académica desarrollada Eventos Tutorías y talleres
• GESTIÓN NORMATIVA		Reglamento Académico y Disciplinario	V	EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES	Estudiantes evaluados según reglamento
PROFESOR		Resultado de las actividades de docencia, investigación, extensión, administración educativa y		VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO PROFESORAL	Informe sobre la evaluación del Plan de trabajo Profesoral

		formación de alto nivel, según corresponda profesor tiempo completo o catedrático		EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PROGRAMAS ACADÉMICOS	
• GESTIÓN DE LA CALIDAD		Quejas y reclamos Encuestas de satisfacción Programa de Auditorías			Medición y análisis de indicadores Seguimiento a Quejas y reclamos Satisfacción del cliente Informe de auditorías
• GESTIÓN DE LA CALIDAD		Medición y análisis de indicadores Seguimiento a Quejas y reclamos Satisfacción del cliente Informe de auditorías	A	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO	Acciones correctivas, preventivas y de mejora

5.1 Evaluación del aprendizaje

El sistema de evaluación del programa se sustenta en las políticas institucionales que consideran la evaluación, como parte integrante del proceso educativo, debe buscar, ante todo, la formación integral del estudiante, mediante una atención, su propósito es valorar los resultados de los aprendizajes de los estudiantes. Por lo tanto, se debe evaluar no solo los contenidos conceptuales, sino también los procedimentales y actitudinales, puesto que la propuesta educativa pretende la adquisición de conocimientos, el desarrollo de competencias y la educación en valores.

El régimen de evaluaciones contemplado en el Reglamento Académico recoge ante todo los procedimientos y reglas claras y universales regulando los siguientes aspectos: escala de calificaciones, formas de efectuar las evaluaciones, publicación y corrección de las calificaciones, revisión, recursos, devolución y repetición de exámenes, clases de exámenes (parciales, finales, supletorios, validación, suficiencia, exámenes especiales, preparatorios y exámenes ante jurados).

Lo fundamental de la aplicación del sistema de evaluación es su coherencia con el modelo pedagógico y con las políticas de evaluación derivadas del mismo. Por eso es necesario recordar que el modelo pedagógico de la Universidad de Medellín “se constituye a partir de su Acta de Fundación en la cual se plantea que el objeto de esta Corporación es ofrecer enseñanza libre, sin limitaciones por razones políticas, raciales o de otro orden cualquiera, y fomentar la investigación científica, orientada a buscar la solución de los problemas colombianos. Asimismo, este modelo estará guiado por el lema institucional de Ciencia y Libertad”.

Por lo tanto, la enseñanza libre, la cultura investigativa, la solución de problemas, la ciencia y la libertad son los pilares que fundamentan la formación integral de los profesionales de esta Universidad, en un

ambiente de excelencia académica y responsabilidad social. De ahí que las políticas de evaluación para todos los programas de la Universidad de Medellín, según el reglamento académico y disciplinario de pregrado y posgrado sean las siguientes:

- La evaluación está dirigida a valorar los resultados de los aprendizajes de los estudiantes. Por lo tanto, se deben evaluar no sólo los contenidos conceptuales, sino también los procedimentales y actitudinales, puesto que la propuesta educativa pretende la adquisición de conocimientos, el desarrollo de competencias y la educación en valores.
- La evaluación debe facilitar a los estudiantes y a los profesores los elementos que permitan mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje. La evaluación ha de inspirar, orientar y condicionar la toma de decisiones que hagan posible dicho mejoramiento.
- La evaluación exige la participación comprometida y coordinada de todos los profesores que intervienen en la educación de un estudiante.
- La evaluación debe ser útil, factible, precisa y honrada. Por ser una actividad compleja, exige que se sustente sobre una pluralidad de enfoques, de contenidos, de métodos, de instrumentos, de agentes, de acuerdo con la finalidad que se persigue.
- La evaluación ha de basarse en criterios claros y referirse a los objetivos definidos en cada asignatura. Dichos objetivos y criterios deben formar parte de la programación de cada materia y ser conocidos por los estudiantes desde el comienzo del curso.
- La evaluación debe reflejar el trabajo y la responsabilidad mostrados por el estudiante. Además, ha de permitir valorar el nivel de conocimientos y capacitación alcanzados por el mismo, de modo que sea posible establecer la calificación final.
- Las prácticas evaluativas han de acomodarse a lo establecido en el Reglamento académico y disciplinario.
- La interpretación de la evaluación ha sido modificada en su esencia. Se define como un proceso constante al que se incorporan elementos diferentes al conocimiento, que responde a la clasificación taxonómica de los objetivos educacionales, lo que permite cualificar el esfuerzo y rendimiento de los educandos como también establecer objetivamente el grado de crecimiento intelectual de los mismos. Al evaluar se consideran, con carácter analítico, los siguientes aspectos: actitud, comportamiento, desarrollo cognitivo y cognoscitivo.

5.2 Instrumentos de evaluación del currículo

A nivel normativo, la Universidad de Medellín, mediante acuerdo 08 de 28 de julio de 2003, Artículo 21, establece que cada programa podrá diseñar su proyecto de Gestión Curricular; por tanto, el programa dispone que:

- El currículo se debe evaluar permanentemente en el Comité de Currículo del programa que está integrado por el Jefe de Programa quien lo preside, por los profesores coordinadores de UOC y un representante de los egresados.
- Para estas evaluaciones, los coordinadores realizan reuniones periódicas con los profesores de las respectivas UOC. Se hace un seguimiento continuo por parte de los coordinadores para que se cumpla con los objetivos de los diferentes microcurrículos.
- Los cambios propuestos que efectúa el programa, resultado de la evaluación del currículo, son dirigidos al Comité de Currículo de la Facultad, posteriormente al Consejo de Facultad y finalmente al Consejo Académico que se encarga de materializarlos.

- Adicionalmente se hace una revisión periódica de los microcurrículos, con el formato que se muestra a continuación, los cuales en la actualidad se encuentran plenamente elaborados de acuerdo con los lineamientos institucionales.

Tabla 20. Formato de evaluación de microcurrículos

GUÍA DE EVALUACIÓN PARA EL DISEÑO DE LAS ASIGNATURAS										
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:										
ELABORADO POR					CÓDIGO:		CRÉDITOS:			
SEMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						SI	NO	¿Cómo?		
En la asignatura se explicita la solución de problemas										
La asignatura relaciona explícitamente el problema y los propósitos de formación de la UOC con su problema y objetivos										
La asignatura posibilita la interdisciplinariedad										
La asignatura especifica productos viables										
La asignatura incorpora los elementos transversales del currículo:										
Competencias comunicativas										
Uso de nuevas tecnologías										
Formación en investigación										
Lenguas Extranjeras										
Formación integral del estudiante al plantear el desarrollo de:										
Competencias										
Conceptos										
Valores										
En relación con los componentes de la asignatura:								PERTINENTE		
Problema										
Objetivo										
Objeto de estudio										
Conceptos										
Método										
Actividades										
Forma										
Medios										
Evaluación										
RECOMENDACIONES:								FECHA:		
FIRMA:										

5.3 Políticas de capacitación

La Universidad de Medellín establece en su Estatuto Profesorado (Decreto 3 de 1 de septiembre de 2014) sobre la capacitación docente, los siguientes aspectos:

- Las actividades de capacitación institucional consisten en la participación de los profesores en planes de mejoramiento de su nivel profesional, académico y pedagógico. Incluyen, entre otras, la realización de estudios de posgrado y la participación en seminarios, cursos, simposios, congresos y pasantías.

- El Consejo Académico adoptará un plan de capacitación elaborado con las propuestas presentadas por las unidades académicas. El plan se actualizará anualmente e identificará necesidades de formación en los distintos niveles, establecerá prioridades y determinará los recursos requeridos para su cumplimiento. Las Vicerrectorías Académica y de Investigaciones velarán para que el plan de capacitación surta efectos en el desarrollo de la respectiva unidad académica.
- El Rector podrá autorizar estudios de formación de alto nivel en maestrías y doctorados, a propuesta conjunta de las Vicerrectorías Académica y de Investigaciones, con criterio de relevo generacional y atendiendo a la trayectoria del profesor aspirante, a la relación del programa de capacitación con su área de desempeño y con los planes de capacitación de la Universidad y de la respectiva unidad académica, lo mismo que la utilidad posible para ellas, pero también a la calidad académica de la Institución en donde se realizará la capacitación.
- El profesor que participe en actividades de capacitación, además de cumplir con todos los compromisos adquiridos, deberá presentar informe documental de su asistencia y memoria académica del programa adelantado. Estos documentos y el cumplimiento de los compromisos deberán ser evaluados por el responsable de la unidad y por los Vicerrectores Académico y de Investigaciones.
- Cuando un profesor tuviere un desempeño sobresaliente en una actividad, el Consejo de la respectiva Facultad le expresará un reconocimiento público, del cual quedará constancia en la hoja de vida.

Entre los programas de capacitación promovidos por la Universidad se encuentran:

- Diplomado en Didáctica Universitaria
- Diplomado en Metodología de la Investigación Científica
- Diplomado en Lecto-Escritura
- Diplomado en Conformación de Grupos de Investigación
- Seminario Escritura de Texto Científico
- Formación de Alto Nivel
- Seminario en Cooperación Internacional
- Seminario – Taller en Formulación y Evaluación de Proyectos

Otras capacitaciones, dependiendo de las necesidades explícitas de cada grupo de Investigación

6 Políticas, estrategias y metas administrativas

Para el estudio y estructuración del Plan de Desarrollo actual la División de Planeación partió de las reflexiones realizadas en espacios de discusión que sirvieron de fundamento para la actualización del Proyecto Educativo Institucional (PEI), de los postulados que forman la plataforma estratégica de la organización y de los resultados de la ejecución del Plan de Desarrollo 2007 – 2014, que permitieron establecer las líneas estratégicas y los proyectos del mismo, y como innovación el plan financiero del Plan de Desarrollo Institucional.

Para el período 2015 – 2020 el Plan de Desarrollo Estratégico "Tradición e Innovación Compromiso con la Excelencia" ha contemplado un total de 46 proyectos agrupados en 10 líneas estratégicas.

La política institucional frente al Plan de Desarrollo es que este instrumento debe garantizar absoluta coherencia con los lineamientos definidos en su carta de navegación estratégica, representada en su Proyecto Educativo Institucional –PEI– y con sus principios fundacionales.

El plan de desarrollo se convierte en un instrumento de gestión organizacional moderno, técnico, coherente, estructurado, ágil y dinámico, que a su vez es el motor de desarrollo de los lineamientos definidos en el Proyecto Educativo Institucional, el fundamento para el direccionamiento estratégico, táctico y operativo de la Institución, el orientador de su posicionamiento, reconocimiento y visibilidad en el ámbito local y global, la guía esencial para la toma de decisiones y priorización en la asignación de recursos por parte de la Alta Dirección, y el mecanismo facilitador de la planeación, seguimiento, evaluación y control organizacional.

Con respecto al modelo de gestión de la calidad, *"La Universidad de Medellín tiene como política de calidad el mejoramiento continuo de la Docencia, de la Investigación y de la Extensión, a través de los procesos de autoevaluación y autorregulación en aras de lograr la formación integral de profesionales que respondan a las expectativas del entorno. Para su cometido, la gestión, la pertinencia académica, el bienestar universitario y el desarrollo de su talento humano, se constituyen en los fundamentos para asumir con responsabilidad social, el desarrollo de los procesos institucionales"*.

En este contexto, el Modelo de gestión de la calidad de la Universidad de Medellín se propone potenciar, en primer lugar, la integración de la gestión de los procesos estratégicos a partir del referente de la calidad y, en segundo lugar, se espera que convierta la autoevaluación y la autorregulación en los ejes medulares de las acciones y las decisiones institucionales. De esta manera, la Institución estará en condiciones de convertir los desafíos, que el contexto social le plantea, en oportunidades que, además de potenciar el desarrollo del Proyecto Educativo pueda contribuir a la construcción de una sociedad mejorada en todos los ámbitos desde su plan de desarrollo institucional. Integrando la política de calidad y definiendo los objetivos de calidad.

Política de calidad

La Universidad de Medellín fundamentada en el compromiso de su talento humano, ratifica su identidad con el cumplimiento de los más altos estándares de calidad del orden nacional e internacional, previstos en su Proyecto Educativo Institucional y su Plan de Desarrollo Estratégico, mediante el ejercicio de la Docencia, la Investigación y la Extensión, en coherencia con el modelo de evaluación, la consolidación de la acreditación institucional y de programas de pregrado y posgrado, la generación del conocimiento y la innovación, la certificación de procesos, la cultura de la calidad y la eficiencia en la gestión de todos sus recursos, con el propósito de favorecer la formación integral de personas competentes que contribuyan a la solución de problemas y a la satisfacción de las necesidades de los diferentes grupos de interés.

Objetivos de calidad

- Afianzar la enseñanza para el aprendizaje, fundamentada en la innovación curricular para la solución de problemas, que propicie la formación integral de estudiantes competentes, autónomos, innovadores, con pensamiento crítico y comportamiento ético.
- Generar impactos de la investigación y la innovación para la transferencia del conocimiento, el reconocimiento y la visibilidad institucional con alcance global.

- Fortalecer la proyección social, el emprendimiento de base tecnológica, los servicios de extensión y el impacto de los graduados en la sociedad, para el fomento de la inclusión, la responsabilidad social y la dinamización de la relación Universidad – Empresa – Estado.
- Potenciar el desarrollo del talento humano como soporte esencial para el logro de los retos institucionales y afianzamiento de la gestión del bienestar en la comunidad universitaria como factor de protección que favorece la permanencia en la Universidad.
- Desarrollar la internacionalización y las interacciones con el mundo a fin de lograr visibilidad institucional en entornos globales.
- Fortalecer la cultura de la acreditación y la autorregulación en los programas académicos y en la gestión institucional como soporte de la alta calidad educativa.
- Consolidar la gestión estratégica y la calidad y orientación al servicio, encaminados a desarrollar un sistema para la gestión del conocimiento y un modelo de gestión del riesgo, en procura de la satisfacción de los grupos de interés y como soporte de la excelencia organizacional.
- Consolidar las tecnologías y sistemas de información innovadores como respaldo esencial para la modernización, competitividad y visibilidad institucional.
- Gestionar la Marca “Universidad de Medellín” para el fortalecimiento de su posicionamiento, prestigio, visibilidad e imagen institucional y la fidelización de sus diferentes grupos de interés.
- Fundamentar el crecimiento sostenible y la competitividad institucional en la consolidación financiera, la modernización administrativa y el desarrollo físico.

Acordes a estas dinámicas institucionales de mejoramiento continuo, el programa de Ingeniería de Sistemas ha realizado un análisis estratégico del plan de mejoramiento que dio como resultado su proceso de reacreditación en el año 2013 (CNA), realizando discusiones en sus comités de currículo con los distintos coordinadores de UOC y profesores de tiempo completo del programa, donde el propósito es definir de manera conjunta un plan de desarrollo del programa alineado con el PEI y el Plan de Desarrollo institucional 2015-2020 que pueda dar respuesta a las necesidades de educación superior institucional y además que estén acordes a las necesidades del entorno regional, nacional e internacional. Ver tabla 1.

Tabla 21. Políticas, estrategias y metas administrativas

Línea estratégica plan de desarrollo 2015-2020	Estrategias 2014-2020	Metas 2014-2020
Innovación curricular	Actualización plan de formación. En el año 2015 se inicia la renovación del plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas	En el año 2015 se inicia la renovación del plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas. La meta es crear un nuevo plan de estudios para el programa de Ingeniería de Sistemas usando para su construcción el marco de referencia que propone el MODELO DE DISEÑO CURRICULAR establecido por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Fuente: Modelo de Diseño Curricular Ingeniería de Sistemas y Computación (2011)
	Innovación del currículo del programa	Crear una política para reconocer Ciencias Básicas de Ingeniería como un área de formación que está ubicada entre el área de Ciencias Básicas y el área de Ingeniería

		Aplicada a nivel de Facultad y adoptar esa política para el Programa Ingeniería de Sistemas
		Proponer estrategias de aprendizaje activo que faciliten crear conciencia en los estudiantes sobre su rol, definiendo actividades y adoptando métodos de enseñanza donde el estudiante se constituya en un participante activo de su proceso de enseñanza-aprendizaje.
		Hacer un estudio que permita la alineación de competencias con estrategias de aprendizaje activo para que se logren los objetivos del nuevo plan de formación. Esta alineación se estudia desde el punto de vista de estándares internacionales como CDIO
		Especificar competencias en el plan de formación en términos de descripción, conocimiento, habilidades y valores que facilite la descripción de lo que se pretende lograr con el nuevo plan de formación.
Talento humano	Programa de formación de docentes acordes a las necesidades del programa y de la Institución	Articulación de necesidades de formación con oferta de cursos con departamentos como CDC, División de Extensión. Formación de docentes del programa en programas de posgrado (maestría y doctorado). Formación de docentes acorde a la oferta institucional de cursos, seminarios, diplomados validos pata su escalafón.
Cultura de la calidad	Fortalecer la cultura de la acreditación y la autorregulación en el programa y en la gestión institucional como soporte de la alta calidad educativa.	Basados en el plan de mejoramiento del proceso de reacreditación del programa de ingeniería de Sistemas en 2013 y alineados con la política de calidad institucional. El programa ratifica su identidad con el cumplimiento de los más altos estándares de calidad del orden nacional e internacional, previstos en su Proyecto Educativo (PEP) y su Plan de Desarrollo 2015-2020. Actualizar su PEP Actualizar su Plan de Desarrollo
TIC	El programa de Ingeniería de Sistemas a definido una estrategia clara de educación virtual, como una posibilidad de ofrecer movilidad y flexibilidad al currículo.	Proponer la activación de la modalidad virtual de la Tecnología en Desarrollo de Software. Definición de estrategias de virtualización de asignaturas del programa.
Modernización administrativa, financiera y física	Creación y montaje del laboratorio de	El laboratorio de Ingeniería de Software es un espacio dotado con tecnologías de última generación. Su uso está orientado a permitir a los estudiantes y profesores de los

	Ingeniería de Software	programas de pregrado y posgrado la experimentación, pruebas y otras actividades que estos requieran en sus áreas de conocimiento.
	Laboratorio de Neurociencia	El laboratorio de neurociencias de la Universidad de Medellín, permite desarrollar proyectos y líneas de trabajo de investigación relacionadas con la línea de informática del doctorado en ingeniería. Este laboratorio está dotado con tecnología computacional adecuada para el desarrollo de proyectos de investigación en el área HCI (Interacción Humano Computador), dispuestos con la infraestructura física de salones insonorizados, puestos de trabajo y espacios físicos que facilitan la investigación y el trabajo académico, así como el ofrecimiento de servicios de consultoría y asesoría.

7 Políticas, estrategias y metas en investigación

En la Tabla 22 se describen las políticas, estrategias y metas de investigación que el Programa Ingeniería de Sistemas plantea a partir de las políticas institucionales, las estrategias a nivel de investigación y las metas para lograr los objetivos propuestos.

Tabla 22. Políticas, estrategias y metas en investigación

Políticas	Estrategias	Metas
Cultura investigativa	Incorporar la participación en la feria de la creatividad como una actividad de los cursos.	Lograr la participación de estudiantes de al menos tres cursos en la feria de la creatividad.
	Promocionar la participación de profesores y estudiantes en el programa ONDAS-COLCIENCIAS	Lograr la participación de al menos un profesor y un grupo de estudiantes en el programa ONDAS anualmente.
Formación para la investigación	Ofertar y promocionar semilleros de investigación	Tener al menos dos semilleros de investigación específicos o aplicados abiertos por semestre.
	Ofrecer en cada Proyecto la posibilidad de hacer prácticas investigativas	Vincular al menos un estudiante de pregrado en cada proyecto de investigación del grupo ARKADIUS.
	Incorporar los retos de innovación como proyectos de aula en los cursos de semestres avanzados.	Lograr la participación de al menos un curso en la solución de los retos de innovación

	Articular el trabajo de grado con cursos previos al semestre de práctica.	Lograr que cada semestre al menos un estudiante opte por realizar trabajo de grado.
Homologación con Colciencias	Promocionar el programa de jóvenes investigadores en los estudiantes próximos a graduarse y estudiantes de posgrado.	Tener un joven investigador al año vinculado a algún proyecto del grupo ARKADIUS.
	Incentivar a que los estudiantes creen y actualice su perfil en CvLac.	Lograr que todos los estudiantes vinculados a proyectos tengan su CvLac actualizado.
	Promover la formación de alto nivel en los profesores del programa.	Lograr que mínimo el 80% de los docentes de tiempo completo tengan formación doctoral.
	Participación en convocatorias de Colciencias	Contar con la participación permanente de los investigadores del grupo ARKADIUS en convocatorias Colciencias de su interés.
Internacionalización de la investigación	Gestionar convenios con instituciones de educación superior internacionales	Mantener activos los convenios vigentes. Gestionar al menos un nuevo convenio por año.
	Realizar actividades en el marco de los convenios activos	Realizar al menos una actividad de colaboración anual por cada convenio activo.
	Promover la movilidad de investigadores mediante la participación en bolsa concursal de movilidad de la UdeM	Tener como mínimo tres investigadores que se presenten a la bolsa concursal de movilidad por año.
	Organizar del Seminario Internacional de Ciencias de la Computación	Tener al menos dos investigadores internacionales por año que participen en el seminario.
	Generar publicaciones de alto impacto	Tener al menos una publicación al año en revistas de alto impacto de carácter internacional

	Participar en eventos internacionales	Contar con mínimo dos profesores que participen en eventos internacionales por año.
--	---------------------------------------	---

8 Políticas, estrategias y metas en extensión

Para la definición de las metas en extensión del programa se definió la siguiente matriz donde se hace una alineación entre las políticas institucionales consagradas en el Proyecto Educativo Institucional, las estrategias que se encuentran definidas en el Plan Estratégico de la Universidad (2015-2020). Cada meta se relaciona con los diferentes proyectos y políticas institucionales y responden a las directrices que el CNA recomienda.

Tabla 23. Políticas, estrategias y metas en extensión

Políticas	Estrategias	Metas	Indicador
Foros de Software: el tercer miércoles de cada mes se realiza un evento en evento en el que invitados de la industria de software y la academia presentan temas de actualidad e interés, para que los estudiantes y egresados del programa participen de la evolución de las tecnologías de punta.	Línea 1. Afianzamiento de la enseñanza para el aprendizaje, fundamentada en la innovación curricular para la solución de problemas, que propicie la formación integral de estudiantes competentes, autónomos, innovadores, con pensamiento crítico y comportamiento ético. Proyecto. Consolidación de la Diversificación Académica	Integrar nuevas tecnologías y tendencias que sean tratadas a nivel industrial en el ámbito académico. Llevar al ámbito industrial conceptos y prácticas tratados en la academia.	Cantidad de foros realizados por unidad de tiempo. Número de asistentes a los foros.
Capacitación y Consultoría Empresarial: en cooperación con el departamento de educación continuada, se ofrecen e imparten programas de capacitación y consultoría, de tal forma que las empresas sean	Línea 3. Fortalecimiento de la proyección social, del emprendimiento de base tecnológica, de los servicios de extensión y del impacto de los graduados en la sociedad, para el fomento de la inclusión, la	Formar a personas de la industria en nuevas tecnologías. Acompañar las compañías en la apropiación de nuevo conocimiento a la par que se adquieren dinámicas industriales para trabajarlas en la academia.	Cantidad de curso o convenios realizados.

partícipes de los últimos avances en informática, a la par que el programa se entere de primera mano de las dinámicas empresariales en la región.	responsabilidad social y la dinamización de la relación Universidad-Empresa-Estado. Proyecto. Modernización del Modelo de Formación en Educación Continuada		
Proyectos de Aula en Cooperación Empresarial: en los cursos que se construyen artefactos de software típicos del proceso de desarrollo, se busca la cooperación de empresas para que el enfoque se acerque ampliamente a lo que se realiza en el ámbito de la industria de software, integrando las actividades de los cursos a proyectos propias de las compañías.	Línea 2. Generación de impactos de la investigación y la innovación para la transferencia del conocimiento, el reconocimiento y la visibilidad institucional con alcance global. Proyecto. Programa de Alianzas Estratégicas en Investigación e Innovación	Permitir que los estudiantes apropien prácticas industriales de comprobada aplicación. Dinamizar las sesiones de clase para permitir que se construyan artefactos de uso industrial.	Número de cursos impactados por proyectos industriales. Cantidad de proyectos realizados. Cantidad de artefactos construidos.

9 Políticas, estrategias y metas en internacionalización

Para la definición de las metas en internacionalización del programa se definió la siguiente matriz donde se hace una alineación entre las políticas institucionales consagradas en el Proyecto Educativo Institucional, las estrategias que se encuentran definidas en el Plan Estratégico de la Universidad (2015-2020). Cada meta se relaciona con los diferentes proyectos y políticas institucionales y responden a las directrices que el CNA recomienda.

Tabla 24. Políticas, estrategias y metas en internacionalización

Políticas	Estrategias	Metas	Indicador
Internacionalización de la docencia y el currículo. Currículos internacionalizados coherentes con	Línea 2. Generación de impactos de la investigación y la innovación para la transferencia del conocimiento, el	Vincular a estudiantes del programa en el desarrollo de proyectos de investigación cofinanciados para garantizar la generación de impactos de la	Cantidad de productos de investigación con estudiantes en coautoría.

las tendencias, métodos y avances mundiales.	reconocimiento y la visibilidad institucional con alcance global. Proyecto. Programa de Alianzas Estratégicas en Investigación e Innovación	investigación y la innovación para la transferencia del conocimiento con alcance global.	
Promoción de la movilidad internacional de docentes y estudiantes.	Línea 5. Desarrollo de la internacionalización y las interacciones con el mundo a fin de lograr visibilidad institucional en entornos globales. Proyecto. Desarrollo de una Universidad Cosmopolita	Conocer tendencias y adelantos investigativos en temas de actualidad en áreas como: Informática, Ciencias de la Computación, Ingeniería de Software y afines a la ingeniería de sistemas. Esta meta se lleva a cabo a través de la participación en Seminarios, Congresos, Simposios y eventos internacionales, tanto de profesores como de estudiantes. Organizar eventos internacionales donde la Universidad de Medellín en cabeza del programa ingeniería de sistemas. Esta meta pretende establecer mecanismos de participación internacional invitando a la comunidad académica y científica a visitar la Universidad y compartir experiencias con profesores y estudiantes dentro de la institución.	Cantidad de Seminarios, Congresos, Simposios y eventos internacionales donde esté la participación de profesores y estudiantes del programa. Cantidad de eventos organizados. Cantidad de invitados internacionales al programa.
Desarrollo de competencias en lenguas extranjeras	Línea 5. Desarrollo de la internacionalización y las interacciones con el mundo a fin de lograr visibilidad	Definir procedimientos para facilitar la participación de los estudiantes en actividades de relacionamiento internacional con países que tengan otra	Cantidad de estudiantes en modalidad de pasantía de estudiantes y

Flexibilidad del Currículo: diseño de currículos que incorporen las tendencias mundiales de la formación disciplinar, de tal manera que sea compatible con otros programas y que facilite los procesos de homologación.	institucional en entornos globales. Proyecto. Multilingüismo como Apoyo a las Funciones Sustantivas.	lengua en modalidades de trabajo de grado (pasantías en el extranjero, trabajos de grados en centros de investigación extranjeros) Definir políticas de presentación de informes técnicos y proyectos de aula en otro idioma.	profesores en países que tienen una lengua diferente al español. Cantidad de trabajos de grado o visitas de estudiantes a países y centros de investigación o universidades que tienen una lengua diferente al español.
Acceso a educación superior en otros países y obtención de dobles titulaciones . Promoción de proyectos de colaboración internacional para el beneficio de la comunidad científica.	Línea 5. Desarrollo de la internacionalización y las interacciones con el mundo a fin de lograr visibilidad institucional en entornos globales. Proyecto. Desarrollo de una Universidad Cosmopolita	Analizar planes de formación afines con universidades pares a nivel internacional que tengan otra lengua para la homologación de asignaturas. Analizar y establecer estrategias con universidades pares a nivel internacional que tengan otra lengua para ofrecer opciones de doble titulación.	Cantidad de alianzas donde se define homologación de asignaturas. Cantidad de programas extranjeros con los que se tenga la doble titulación.
Apertura de espacios que faciliten la promoción internacional de actividades académicas e investigativas	Línea 2. Generación de impactos de la investigación y la innovación para la transferencia del conocimiento, el reconocimiento y la visibilidad institucional con alcance global. Proyecto. Programa de Alianzas Estratégicas en Investigación e Innovación	Abrir espacios para la discusión de temas de actualidad y de adelantos investigativos a través de la participación en proyectos internacionales amparados en el marco de convenios interinstitucionales.	Cantidad de proyectos ejecutados o en curso con participación o financiación de entidades internacionales.

10 Políticas, estrategias y metas en comunicación

La Tabla 25 resume las principales estrategias, políticas y metas de comunicación del Proyecto Educativo del Programa.

Tabla 25. Estrategias, políticas y metas de comunicación

Estrategias	Política	Meta
Diseño del PEP en un formato tipo libro y distribuirlo tanto impreso como digital	Garantizar que la comunidad universitaria conozca el PEP	Incrementar en un 10% el nivel de conocimiento del PEP en la comunidad académica del programa
Elaboración de un documento que resuma los aspectos más relevantes del PEP		
Orientación de charlas a estudiantes de primer semestre		

La primera estrategia consiste en el diseño del PEP en un formato tipo libro. Este documento debe estar disponible en una versión tanto impresa como digital. El ejemplar impreso reposará en la jefatura del programa para la consulta de cualquier interesado, mientras que los ejemplares digitales estarán disponibles para su descarga a través de la página de la Universidad y en las redes sociales bajo los perfiles oficiales del programa.

La segunda estrategia es la elaboración de un documento que resuma los aspectos más relevantes del PEP para que pueda ser entregado a directivos, estudiantes y docentes del programa.

La tercera estrategia es la orientación de charlas a los nuevos estudiantes del programa durante las jornadas de inducción. El objetivo de las charlas es compartir con ellos las características fundamentales del PEP. Esta difusión estará a cargo de los docentes del programa.

Las tres estrategias anteriores están alineadas con la política definida que consiste en garantizar que la comunidad universitaria conozca el PEP.

Al final, la meta que se ha propuesto es que se pueda incrementar en un 10% el nivel de conocimiento del PEP en la comunidad universitaria.

11 Relación con los posgrados

El programa de Ingeniería de Sistemas tiene como política la promoción de la formación de posgrado mediante el diseño de nuevos programas de especialización, teniendo como base las necesidades de la sociedad y su entorno de influencia disciplinar y de conocimiento, así, como las de sus egresados.

En su ideario el Programa busca con sus programas de posgrado formar especialistas que estén en capacidad de comprender y analizar los diferentes fenómenos y problemas técnicos científicos propios de las áreas de formación del programa, posibilitando su desempeño en organizaciones públicas y privadas, así mismo, contando con la capacidad y la formación para solucionar problemas y tomar decisiones.

En este sentido, el Programa define dentro de su plan de estudios un semestre de líneas de énfasis en el cual los estudiantes tienen la posibilidad de elegir cursar el primer semestre de uno de los programas de Especialización adscritos al pregrado, los cuales son:

Especialización en gerencia de información

Especialización en Ingeniería de Software

Al cursar y aprobar el primer semestre de la especialización como su línea de énfasis, los estudiantes tienen la posibilidad de finalizar sus estudios de posgrado cursando el semestre restante. A su vez, estos semestres los pueden homologar en los programas de Maestría adscritos al Pregrado, los cuales son:

Maestría en gestión de la información y el conocimiento

Maestría en Ingeniería de Software

12 Bibliografía

ACM. (2005). *Computing Curricula 2005*. ACM.

ACM. (2008). *Information Technology Curricula 2008*. ACM.

ACM. (2010). *Information System Curricula 2010*. ACM.

ACM. (2013). *Computer Science Curricula 2013*. ACM.

ACM. (2014). *Software Engineering Curricula 2014*. ACM.

ACM. (2016). *Computer Engineering Curricula 2016*. ACM.

ACOFI. (2005). *Marco de fundamentación conceptual especificaciones prueba ECAES Ingeniería de Sistemas Versión 6.0*. Bogotá: ACOFI.

Arroyave, D., & Gonzalez, E. M. (1995). *Humanistas libres para las ciencias*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico: Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Buenos aires: Siglo XXI.

Bauer, F. (1972). *Software Engineering, Information Processing*. North Holland Publishing.

Bertoglio, O. J. (1993). *Introducción a la teoría general de sistemas*. Limusa.

Boehm, B. (1976). Software Engineering. *IEEE Transactions on Computer*, 1226-1241.

Bourque, P., & Fairley, R. (2014). *SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge V 3.0*. IEEE.

Bunge, M. (1972). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Barcelona: Ariel.

González Agudelo, E. M. (1999). *La educación: metáfora de la vida. Modelo didáctica basado en la comunicación para generar acciones creativas en el mundo de la vida*. La Habana: Universidad de La Habana.

Hall, A. D. (1962). *A methodology for systems engineering*. Princeton, N.J.

IEEE. (1999). *IEEE Std. 610.12-1990 (R2002), IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. IEEE.

Ivanov, V., Rogers, A., Succi, G., Yi, J., & Zorin, V. (2017). What Do Software Engineers Care About? Gaps between Research and Practice. *Proceedings of the 2017 11th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering* (págs. 890-895). Paderborn, Germany: ACM.

Magendzo, A. (1991). *Currículum y cultura en América Latina*. Santiago de Chile: PIIE.

Pardinas, F. (1989). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. Siglo XXI.

Zaragoza, F., & Alonso, M. (2003). La ingeniería de software en el currículo del ingeniero de informática. *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática*, 43-50.

Zelkowitz, M., Shaw, A., & Gannon, J. (1979). *Principles of Software Engineering*. Prentice Halls.