



**Universidad de la República**  
Facultad de Ingeniería  
Instituto de Computación  
**Uruguay**

---

**Plan de Estudios**  
**Licenciatura e Ingeniería en Computación**

**Fundamentación de la Propuesta**  
**26 de octubre de 2021**

---

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ejes de Trabajo</b>	<b>3</b>
2.1	Consideraciones Preliminares . . . . .	4
2.2	Autoevaluación . . . . .	5
2.3	Encuesta a Estudiantes y Egresados . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Ecosistema de Carreras</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Plan de Estudios</b>	<b>13</b>
4.1	Definición del Título y Perfil del Egresado . . . . .	13
4.2	Estructura Curricular . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Implementación</b>	<b>19</b>
5.1	Requisitos del Núcleo . . . . .	20
5.2	Requisitos Adicionales para Licenciatura . . . . .	21
5.3	Requisitos Adicionales para Ingeniería . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Perfiles</b>	<b>25</b>
6.1	Definición . . . . .	25
6.2	Implementación de Perfiles . . . . .	26
<b>A</b>	<b>Prospección Curricular</b>	<b>31</b>
<b>B</b>	<b>Ejemplos de Perfiles</b>	<b>35</b>
B.1	Perfil: Investigación Operativa . . . . .	35
B.2	Perfil: Sistemas de Información . . . . .	37
B.3	Perfil: Computación Científica . . . . .	39
	<b>Referencias</b>	<b>41</b>

# 1

## Introducción

---

El objetivo de este documento es fundamentar la propuesta realizada sobre la definición de nuevos planes de estudio para las carreras de Licenciatura e Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería (Fing) de la Universidad de la República (Udelar). La actualización de los planes de estudio está motivada por diversos factores:

- la solicitud del Claustro de Fing de actualización de planes de estudio en relación con la Ordenanza de Estudios de Grado;
- la identificación de problemas en el plan/implementación vigente (Plan 97) y la necesidad de responder a necesidades actuales a más de 20 años de la creación de éste;
- la creación en 2012 de la Licenciatura en Computación con características compatibles, pero en donde se han detectado diversos problemas;
- el crecimiento de otras ofertas de grado como los Tecnólogos en Informática y Telecomunicaciones que tienen a nuestras carreras como alternativa curricular para egresados;
- la diversificación de la oferta de postgrado y la posibilidad de generar múltiples perfiles de egreso, respondiendo a necesidades puntuales.

En la Sección 2 se realizan consideraciones previas para la elaboración de la propuesta y se describen brevemente los ejes del trabajo. En la Sección 3 se presenta la relación entre las carreras. En la Sección 4 se introducen los planes de estudio propuestos. En la Sección 5 se ejemplifica la implementación del plan de estudios. Finalmente, en la Sección 6 se presenta y ejemplifica la definición de perfiles de formación.

En el Apéndice A se muestra la posible ubicación de las unidades curriculares existentes en las áreas de formación de la propuesta. En el Apéndice B se ejemplifican los perfiles.



# 2

## Ejes de Trabajo

---

A partir de una iniciativa conjunta entre la Dirección de Carrera y el Instituto de Computación (Inco), se definió un grupo de trabajo para realizar un proceso de autoevaluación (en grupos abiertos de discusión docente) y comparación con propuestas curriculares [2] y carreras existentes a nivel mundial, a los efectos de plantear potenciales mejoras.

Se realizaron ciertas consideraciones, descritas en la Sección 2.1, surgidas de: requisitos de la Ordenanza de Estudios de Grado y otros Programas de Formación Terciaria [8], lineamientos generales para los Planes de Estudios de Facultad de Ingeniería propuestos por el Claustro, y criterios de calidad regionales acorde al Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias del Mercosur y Estados Asociados (ARCU-SUR, [7]).

Además, se detectaron espacios de mejora a partir de un proceso de autoevaluación (Sección 2.2), los cuales fueron complementados con la opinión vertida por estudiantes y egresados a través de encuesta realizadas durante 2020 (Sección 2.3). Dichas oportunidades implican considerar tres niveles de acción:

- Marco: relacionado a la estructura y áreas de interés del plan;
- Curricular: relacionado a contenidos específicos y organización de dichos contenidos;
- Metodológico: relacionado con aspectos metodológicos de las unidades curriculares.

En esta propuesta de plan de estudios se cubren los dos primeros niveles de acción y las acciones concretas se organizan en cuatro ejes de trabajo:

- **Ecosistema de Carreras** (Sección 3). Refiere a la redefinición de la relación entre las carreras, como entidades independientes y con perfiles de egreso bien definidos.
- **Plan de Estudios** (Sección 4). Refiere a la actualización y organización más sencilla y flexible de las áreas de conocimiento, delegando detalles a la implementación.

- **Implementación** (Sección 5). Refiere a la definición de áreas de conocimiento, a la revisión de temas y requisitos de implementación que permiten mayor flexibilidad para la inclusión de contenidos frente a actuales y futuras necesidades.
- **Perfiles** (Sección 6). Refiere a la definición y resignificación de orientaciones curriculares (perfiles) y su flexibilización para contemplar estudios interdisciplinarios.

## 2.1. Consideraciones Preliminares

La **Ordenanza de Estudios de Grado** plantea requisitos de base para ambas carreras:

- Artículo 7.- Atendiendo a estos principios, los planes de estudios se elaborarán siguiendo criterios de:
  - a Flexibilidad curricular: diversificación de itinerarios curriculares por medio de actividades opcionales y electivas que otorgan autonomía a los estudiantes en la consecución de sus intereses y necesidades de formación.
  - b Articulación curricular: tránsitos curriculares que posibiliten una fluida movilidad estudiantil, tanto horizontal como vertical, entre carreras universitarias y otras carreras terciarias, y faciliten la prosecución de estudios de personas que estudian y trabajan.
  - c Integración de funciones universitarias: experiencias de formación que articulen las funciones de enseñanza, investigación y extensión.
  - d Integración disciplinaria y profesional: experiencias de formación orientadas a abordajes multidisciplinarios y multiprofesionales, en espacios controlados y en contextos reales de prácticas.
  - e Articulación teoría-práctica: integración equilibrada de los componentes de formación teórica y formación práctica.
  - f Atención a la formación general: definición de los conocimientos científico-culturales que se entienden imprescindibles para los procesos de aprendizaje en el nivel superior y que pueden involucrar experiencias y contenidos transversales al currículo (formación social, ética, estética, ciudadana, medio ambiental, comunicacional, etc.).
  - g Asignación de créditos: aplicación del régimen de créditos académicos previsto en la presente Ordenanza.
- Artículo 10.- La asignación de créditos para cada nivel de titulación se establece de la siguiente manera.
  - Carreras de cuatro años: de 320 créditos o 360 créditos.
  - Carreras de cinco años: de 400 créditos o 450 créditos.

- Artículo 12.- Todos los estudiantes de grado deberán completar al menos 10 créditos del total de créditos del plan de estudios, correspondientes a prácticas de formación en los ámbitos social y productivo y/o cursos afines a su formación impartidos por otros servicios universitarios, nacionales o extranjeros.

La Comisión de Planes de Estudio del Claustro de Fing elaboró **Lineamientos para Planes de Estudio**, los cuales aplican para carreras de Ingeniería. Estos lineamientos proponen un texto común para carreras de Ingeniería y tres aspectos a describir por cada carrera, a saber: definición del título y perfil del egresado; organización curricular del Plan de Estudios (áreas de formación, grupos); Créditos mínimos por área de formación o grupo.

El Sistema ARCU-SUR plantea criterios de calidad relacionados con carreras de Ingeniería. La Fing ha incentivado los procesos de acreditación acorde a dicho marco ya que representa un reconocimiento a la calidad de la formación brindada y al mismo tiempo es un instrumento de mejora continua. Si bien recién en 2020 se podrá acreditar por primera vez una carrera de Computación y dicha acreditación no contempla el grado de Licenciatura, se han considerado criterios de interés, a saber:

- Criterios específicos relacionados al perfil de egreso.
- Estructura curricular que se describe a partir de cuatro áreas: Ciencias Básicas y Matemática, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y Contenidos Complementarios.
- La necesidad de inclusión en la carrera de las siguientes actividades integradoras: (1) La elaboración, presentación y defensa de un trabajo de grado de carácter integrador, realizado en una etapa avanzada de la carrera.; (2) La vinculación con entidades o empresas, por medio de pasantías u otros mecanismos, mediante actividades prácticas supervisadas por docentes y vinculadas a la especialidad, como medio para preparar al alumno en su integración al campo profesional.
- La caracterización realizada de la familia de carreras de Informática, la cual indica que dentro de los contenidos típicos de Ciencia Básica y Matemática se debe incluir a "Matemática Discreta", así como pueden tener un énfasis reducido en cálculo avanzado y ciencias experimentales, en relación con otras ingenierías.

## 2.2. Autoevaluación

La carrera de Ingeniería en Computación actual está estrechamente relacionada con el área de conocimiento denominada *Computer Science* [3], la cual ofrece una formación generalista. La implementación actual de la carrera es razonable para una carrera de estas características, dado que ofrece una sólida base de contenidos fundamentales para Computación y la amplia oferta de contenidos optativos permiten elaborar diversos perfiles de formación. Por su parte, la Licenciatura en Computación tiene la fortaleza de la definición de perfiles de formación,

pero la desventaja que basa su ingreso en el título intermedio de Analista en Computación, por lo que descarta contenidos básicos de formación (ej.: Ingeniería de Software), además de que no tiene un perfil de egreso claramente diferenciado de Ingeniería.

La elaboración de propuestas curriculares más específicas, por ejemplo: Ciencias de la Computación, Ingeniería de Software, Bioinformática, Sistemas Ciberfísicos o Medios Digitales, que se encuentran en otras universidades, puede resultar muy costosa y en ningún caso las capacidades actuales permiten cubrir completamente dichas necesidades. En este sentido, considerando la relación costo-beneficio, así como también la sólida base de contenidos fundamentales y la diversidad de contenidos optativos, parece razonable seguir dando soporte a una propuesta de grado mayoritariamente generalista con una base común para ambas carreras, delegando la especialización, inicialmente en perfiles de formación en el grado, y posteriormente alentando la realización de postgrados.

El ecosistema de carreras vinculadas a computación ha variado considerablemente en los últimos 20 años, contando actualmente con una oferta diversa, incluso de 3 años como el Tecnólogo en Informática. En este sentido, desde la perspectiva docente, al no contar con un perfil de egreso bien definido sino ser un recorte en extensión de la carrera de Ingeniería con el objetivo de compatibilizar con titulaciones existentes previas a la existencia del Tecnólogo y la Licenciatura, el título intermedio de Analista en Computación no parece necesario desde el punto de vista curricular. Además, según un estudio reciente sobre emisión de títulos de grado, solo el 10 % de los egresados solicita Analista como último nivel de formación, por lo que no parece ser un grado al que aspiren los estudiantes, aunque no se ha validado este aspecto con egresados. Por su parte, el orden estudiantil ha planteado objeciones en cuanto a la eliminación de una titulación de menor duración y la potencial pérdida de oportunidades laborales.

Las carreras cumplen con los requisitos previos impuestos por la Ordenanza de Estudios de Grado (Artículo 7). Además, en consonancia con el Artículo 10, la Fing establece que las Licenciaturas deben ser de al menos 360 créditos y las Ingenierías de al menos 450 créditos. En cuanto al Artículo 12, los proyectos finales de las carreras cumplen este rol, al menos parcialmente (existen otras unidades curriculares optativas con este espíritu y la Pasantía no obligatoria, aunque realizada por el 90 % de los egresados según datos de Inco). En el caso de Ingeniería, además, se cuenta con el Proyecto de Ingeniería de Software (15c), en donde los estudiantes obligatoriamente realizan una práctica de formación profesional.

En cuanto a los lineamientos elaborados por el Claustro, el texto común elaborado no está lejos del existente hoy día para la carrera de Ingeniería. Parece razonable, en este caso, adaptarlo para la propuesta de Licenciatura. En consecuencia, se necesita realizar una descripción de los aspectos variables para cada una de las carreras en el marco propuesto.

En cuanto a los criterios de calidad del Sistema ARCU-SUR, las carreras actuales cumplen mayoritariamente con ellos. No obstante, la estructura curricular existente considera áreas temáticas de más baja granularidad y con exigencias que quitan flexibilidad y condicionan implementación (ej.: Ciencias Experimentales tienen una única unidad curricular viable). En

este sentido, parece razonable pensar en una estructura más general y que delegue ciertos aspectos a una implementación concreta. Por otro lado, ambas carreras incluyen la exigencia de contar con una actividad integradora, aunque en el caso de Licenciatura, parecería razonable homogeneizar y aumentar el mínimo de créditos de la actividad integradora a los efectos de jerarquizar la formación. Al igual que los lineamientos del Claustro, también parece razonable adaptar estos aspectos al contexto de la Licenciatura.

Adicionalmente a lo anterior, la siguiente es una lista no exhaustiva de oportunidades de mejora surgidos del proceso de autoevaluación:

- Perfiles de egreso con poca diferenciación y detalle entre carreras, producto de basar la Licenciatura en el título intermedio de Ingeniería (descartando contenidos de interés).
- Dependencia en condiciones de ingreso entre carreras (inscripción a Licenciatura requiere título de Analista, ya que se pensó como un recorte en extensión de Ingeniería).
- Actualización de contenidos en la implementación.
- Déficit de créditos en la implementación actual de los primeros dos años y acumulación de créditos en el tercer año de la carrera.
- Evolución de unidades curriculares no condice con su denominación y ubicación en áreas temáticas (ej.: no hay necesariamente una cadena lógica de P1 a P4)
- Compartimento por subáreas sin interacción coordinada (ej.: repetición de contenidos entre Lógica, Matemática Discreta y Programación)
- Perfiles existentes para Licenciatura, pero no para Ingeniería, cuando la oferta permite ofrecer perfiles variados, al menos como orientación curricular para los estudiantes.
- Sistema de previas complejo entre unidades curriculares.

## 2.3. Encuesta a Estudiantes y Egresados

En el marco de la acreditación del Plan 97 de Ingeniería en Computación en el Sistema ARCU-SUR, se realizaron encuesta a estudiantes y egresados de computación, entre junio y octubre de 2020. Las encuestas tuvieron el objetivo de conocer diferentes aspectos de los estudiantes y egresados, desde información estadística de la población encuestada, hasta su opinión particular con respecto a fortalezas y debilidades de la carrera. La encuesta de estudiantes fue respondida por 762 estudiantes, un 19 % de los estudiantes activos de la carrera (4028 estudiantes a marzo de 2019). Por su parte, la encuesta de egresados fue respondida por 383 egresados, de los cuales 314 son egresados del Plan 97 (20 % del total de egresados; 1532 a la fecha de cierre de la encuesta según Bedelía) y 69 de egresados de planes anteriores.

En términos generales, en ambos casos existe una alta conformidad en relación a la formación definida, con fortalezas en cuanto a la formación básico-técnica, la capacidad de resolución de problemas y la capacidad de trabajo en equipo. En cuanto a la identificación de posibles cambios y mejoras, muchas de estas mejoras están relacionadas con factores exógenos a la carrera, los cuales no pueden ser atacados sino a través de políticas educativas de la UDELAR en su conjunto, e incluso de todo el país, por ejemplo la formación previa insuficiente para abordar contenidos básicos de la carrera en los primeros años. Analizando aquellas oportunidades que inciden directamente en los nuevos planes de estudio, se detectan los siguientes aspectos relacionados con los niveles de acción Marco y Curricular (ver Sección 2):

- A pesar de que el agnosticismo tecnológico se visualiza como una fortaleza, se identifica como posible mejora el uso de lenguajes/técnicas de uso corriente en la industria desde etapas tempranas de la carrera. Este es un aspecto curricular que deberá ser contemplado en la definición concreta de cada unidad curricular.
- Contar con formación en ciencia de datos, para lo cual ya existe una base conceptual provista por la carrera pero que no es explotada suficientemente. Este aspecto curricular está contemplado en la implementación de la carrera (Sección 5) con la inclusión de un curso de Aprendizaje Automático y la reformulación de unidades curriculares existentes como Probabilidad y Estadística, Intro. a la Inv. Operativa y Bases de Datos.
- Fortalecer la formación en aspectos del desarrollo profesional del ingeniero (gestión de proyectos, costos, etc.) como de habilidades transversales (comunicación efectiva, redacción de informes, etc.) Dada la variedad de temas involucrados, parece conveniente aportar flexibilidad para su inclusión (áreas de formación Complementaria como se verá en la Sección 4) y trabajar en mejorar la oferta existente de unidades curriculares.
- Contar con formaciones más cortas, especializadas y que permitan un acceso más fácil a la industria, en contraposición con la formación generalista y extensa de la carrera. Como se comentó en la Sección 2.2, el ecosistema de carreras ha variado y no se descarta el surgimiento de otras alternativas. Dichas opciones no están contempladas en esta propuesta, aunque deberán analizarse en relación con el ecosistema general.
- Contar con perfiles de formación a nivel de la carrera de Ingeniería (como existen en la Licenciatura). Este aspecto está contemplado en la propuesta (Sección 6).
- Revisar contenidos de unidades curriculares para ajustarlos a los créditos definidos y la carga esperada en ciertos semestres, así como el sistema de previas que se percibe exigente. Estos aspectos están contemplados en el trabajo a nivel de la definición de una nueva implementación de la carrera (Sección 5).
- Acercar contenidos específicos de computación desde el inicio (y no solo contenidos básicos generales como cálculo, álgebra y física) para generar más proximidad con la disciplina. Este aspecto está contemplado en el trabajo a nivel de la definición de una nueva implementación de la carrera (Sección 5), por ejemplo con la inclusión de una actividad propedéutica denominada Taller de Introducción a la Computación y con adelantar contenidos de matemática discreta y programación imperativa.

# 3

## Ecosistema de Carreras

---

Se proponen planes de estudio de Licenciatura e Ingeniería en Computación como carreras con reconocimiento independiente, pero con una base de formación común. En la Figura 3.1 se puede observar un esquema general.

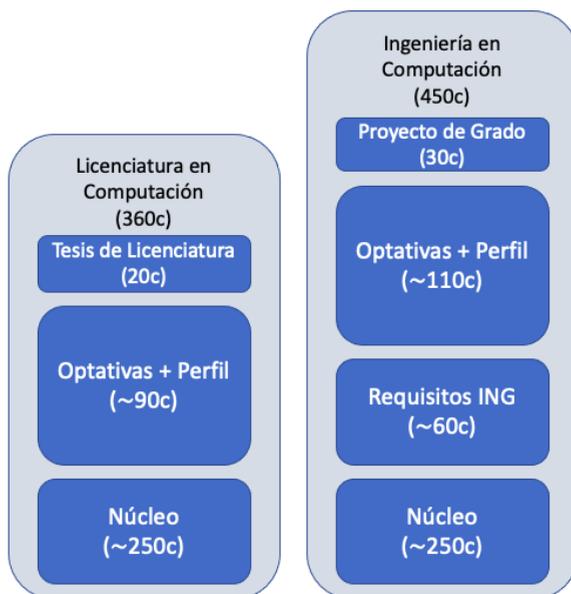


Figura 3.1: Esquema general de los planes de estudio

Las carreras están estrechamente relacionadas con la propuesta curricular de *Computer Science* [3], la cual no tiene un perfil científico, sino que cubre un amplio espectro de tópicos científicos, tecnológicos y humanísticos, desde los fundamentos teóricos de la computación y el uso del pensamiento computacional para la resolución de problemas, hasta los últimos desarrollos tecnológicos para la construcción de sistemas computacionales. De esta forma, las carreras ofrecen una formación flexible para que el egresado se adapte a diferentes contextos. Tanto la especialización de conocimientos como la exclusiva formación tecnológica son, o deberían ser, parte de otra oferta tanto a nivel de grado (ej. Tecnólogo en Informática e Ingeniería en Sistemas de Comunicación) como de postgrado (ej. Maestría en Ciencia de Datos y Doctorado en Informática).

Ambas carreras cuentan con una base común, denominada **Núcleo**, que se define como el cuerpo de conocimiento y habilidades que necesariamente debe poseer un egresado en computación. Este núcleo está basado en la propuesta de *Computer Science* de IEEE/ACM [3] y ambas carreras lo debe soportar. El núcleo se define por una combinación de requisitos a nivel del Plan de Estudios (Sección 4) y de su implementación (Sección 5).

Sobre esta base común, se establece un conjunto de orientaciones curriculares (Perfiles, Sección 6). Cada perfil estará compuesto por un conjunto de unidades curriculares relacionadas temáticamente, y eventualmente agregará nuevos requisitos de obligatoriedad. Los perfiles tienen como objetivo ser más una orientación en la trayectoria de formación de un estudiante que una fuerte profundización de contenidos. No obstante, a los efectos de dar cierta consistencia a la formación, los estudiantes deberán cumplir con los requisitos de al menos un perfil. Se podrá realizar más de un perfil si se desea, o complementar con créditos de áreas variadas. Para permitir el tránsito horizontal entre perfiles, la carga de estos será acotada (aproximadamente 40 créditos cada uno).

En cuanto a la formación de Licenciatura, el plan de estudios se complementa con una Tesis de Licenciatura (20 créditos) como actividad integradora final, idealmente en consonancia con alguno de los perfiles realizados, pero no de forma obligatoria, y no acumulará créditos para el título de Ingeniero. De esta forma, un Licenciado tendrá bases de computación y conocimientos en al menos una orientación específica. La denominación del título será genérica, sin especificar el perfil realizado, aunque se podrá dejar constancia de ello si se requiere.

Por su parte, la formación de Ingeniería agrega un conjunto de saberes y habilidades (Requisitos ING) relacionadas al desarrollo profesional del ingeniero, como por ejemplo: planificación, elaboración, supervisión, gestión y evaluación de proyectos y servicios de computación, relaciones laborales, economía, entre otros. De esta forma, la carrera de Ingeniería se presenta como un complemento curricular de los estudios de Licenciatura (variando el perfil de egreso) y no simplemente como una carrera con mayor extensión. Habrá un Proyecto de Grado (30 créditos) como actividad integradora final, no asociado a un perfil y con un objetivo adicional relacionado con la elaboración y ejecución de un proyecto de ingeniería. El título también tendrá una denominación genérica.

En relación con los planes de estudio existentes, las principales diferencias son:

- Se detallan los perfiles de egreso de las carreras, haciendo más claras sus diferencias.
- Se elimina la dependencia en condiciones de ingreso entre carreras.
- El núcleo no tiene relación directa con el título de Analista en Computación (Plan 97). De hecho, se propone no mantener el título intermedio existente.
- Se redefinen las áreas de conocimiento y requisitos de implementación.
- Se renombran unidades curriculares y ajustan contenidos.
- Se incluyen perfiles en ambas carreras y se define un conjunto de requerimientos específicos para Ingeniería (Requisitos ING).
- Se propone una única Tesis de Licenciatura y se aumenta el número de créditos.



# 4

## Plan de Estudios

---

Las propuestas de planes de estudio que se adjuntan fueron elaboradas a partir de la plantilla para nuevos planes de estudio provistas por el Consejo, adaptada para el caso de Licenciatura. Los aspectos desarrollados propiamente para las carreras de computación son aquellos cuyas secciones están marcadas en verde. La propuesta involucra dos aspectos: (a) la definición del título y el perfil del egresado para ambas carreras, y (b) la definición de grupos y áreas de formación para la agrupación de las unidades curriculares; aspectos que se describen a continuación.

### **4.1. Definición del Título y Perfil del Egresado**

La definición del título y perfil del egresado fueron descritos con un mayor nivel de detalle en relación con los planes actuales, comenzando con una caracterización de lo que es Ingeniería, siguiendo con una identificación de los aspectos constitutivos de la computación y finalizando con una lista de conocimientos, capacidades y actitudes de los egresados.

El perfil común indica que los egresados de ambas carreras tendrán "una formación amplia y coherente del área de Computación, tanto científica como técnica y profesional con conocimientos específicos en alguna de sus subáreas. Esta formación lo capacitará para absorber y desarrollar nuevos conceptos y tecnologías de la computación, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas con una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad".

En cuanto a los conocimientos, capacidades y actitudes específicas, se elaboró una lista de competencias que fueron extraídas y adaptadas principalmente de ACM/IEEE Computing Curricula [5] y que son compatibles con otras propuestas como las de ABET [1], ASIBEI [4] y ARCU-SUR [7]. De forma común a ambas carreras, se definió la siguiente lista:

- C1.** Tener una perspectiva ética, crítica y creativa para identificar, formular y resolver problemas utilizando el pensamiento computacional.
- C2.** Proveer soluciones innovadoras basadas en el uso efectivo y eficiente de la computación que permitan transformar la realidad.
- C3.** Comprender los límites teóricos de la computación, entendiendo hasta dónde puede llegarse a través del avance de la ciencia y la tecnología, y qué objetivos son computacionalmente imposibles de alcanzar.
- C4.** Comprender la relación entre teoría y práctica y la influencia que cada una tiene sobre la otra.
- C5.** Comprender el hardware de la computadora desde la perspectiva del software (ej.: el uso del procesador, memoria, discos, pantalla, etc).
- C6.** Reconocer el contexto en el cual un sistema computacional trabaja, incluyendo sus interacciones con personas y el mundo físico.
- C7.** Integrar conocimientos básicos, técnicas y herramientas apropiadas para especificar un problema y plantear una solución informática involucrando su diseño, implementación, verificación y documentación.
- C8.** Trabajar de forma individual y de participar de forma activa y coordinada en un equipo interdisciplinario, con una adecuada organización y planificación del tiempo.
- C9.** Planificar y realizar ensayos y/o experimentos, y analizar e interpretar resultados que permitan evaluar una solución y las posibles ventajas y desventajas que se presentan ante determinado problema.
- C10.** Comunicarse efectivamente de forma oral y escrita, tanto para presentar una solución dentro de un equipo, como para interactuar con profesionales de otras áreas y público en general.
- C11.** Buscar y analizar críticamente información procedente de fuentes diversas, tanto en idioma español como en inglés.
- C12.** Obrar con compromiso ético y responsabilidad social y profesional.

La diferencia en las capacidades generales entre el Licenciado y el Ingeniero es que éste último "será capaz de planificar, elaborar, supervisar, gestionar y evaluar proyectos y servicios de Ingeniería en Computación". A nivel de la lista de conocimientos, capacidades y actitudes específicas, el perfil del Ingeniero suma la siguiente lista:

- C13.** Comprender las implicaciones profesionales, legales, económicas, de seguridad y sociales de la profesión, sobre los individuos, organizaciones y la sociedad.

- C14. Identificar eficazmente los objetivos y las prioridades de su trabajo, área o proyecto, con indicación de la acción, el tiempo y los recursos necesarios.
- C15. Detectar conflictos y evaluar soluciones alternativas, realizando análisis de factibilidad y riesgos.
- C16. Reconciliar objetivos conflictivos de un proyecto, encontrando compromisos aceptables ante limitaciones existentes, por ejemplo, de costos y tiempo.
- C17. Planificar, elaborar, supervisar, gestionar y evaluar proyectos y servicios de Ingeniería en Computación.

## 4.2. Estructura Curricular

La estructura curricular propuesta está conformada por grupos de áreas de formación. Los grupos son similares a los de los planes actuales, en tanto las áreas fueron redefinidas. A continuación, se presenta una breve descripción de los grupos y áreas, así como comentarios relacionados a los cambios propuestos.

### ■ Grupo de Áreas de Formación Básica

- **Área: Matemática y Ciencias Experimentales (MCE).** Fusiona contenidos de matemática y ciencias experimentales (dos áreas separadas actualmente), compatible con la propuesta de ARCU-SUR.
- **Área: Fundamentos de la Computación (FC).** Jerarquiza contenidos de computación como fundamentos de la carrera, como, por ejemplo: matemática discreta, lógica, programación, diseño de algoritmos, etc. Incluye aspectos de programación enfocados en la introducción de paradigmas básicos y no en métodos algorítmicos para la resolución de problemas específicos (estos cuales se ubican en el área de Computación Aplicada).

- **Grupo de Áreas de Formación Básico-Tecnológica y Técnicas de Computación.** Representan aspectos generales y complementarios de la computación y no áreas de trabajo específicas como existe hoy día (ej.: Infraestructura de Sistemas vs Arquitectura, Sistemas Operativos y Redes de Computadoras), lo que otorga más flexibilidad para la ubicación de unidades curriculares, para la definición de requisitos mínimos y simplifica las áreas a describir (9 áreas en Plan 97 vs 5 en la propuesta actual).

- **Área: Fundamentos de Sistemas (FS).** Comprende la noción de computadora como máquina y el software que permite su operación e interconexión, así como conceptos fundamentales transversales a la construcción de sistemas computacionales.

- **Área: Ingeniería de Software (IS).** Comprende las actividades relacionadas a todas las fases del ciclo de vida de un sistema de software (construcción, operación, evolución, etc.)
  - **Área: Gestión de Datos e Información (GDI).** Comprende la gestión de grandes volúmenes de datos, así como de los sistemas de información que los utilizan.
  - **Área: Computación Aplicada (CA).** Comprende el desarrollo de soluciones computacionales en el contexto de diferentes especialidades de la computación, o en la intersección entre la computación y otras disciplinas (ej.: Procesamiento de Lenguaje Natural, Simulación, etc.)
  - **Área: Actividades Integradoras (AI).** Comprende los talleres, proyectos y pasantías de carácter integrador, como, por ejemplo, los proyectos de fin de carrera. Se optó por no ubicar aquí cualquier actividad de taller, sino solo aquellos integradores. En el caso de talleres de áreas específicas (ej.: Taller de Sistemas de Información) se ubicarían en el área de formación correspondiente (Gestión de Datos e Información en este caso).
- **Grupo de Áreas de Formación Complementaria.**
- **Área: Ingeniería Industrial (II).** Comprende los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de los sistemas de producción de bienes y servicios. En particular se ubican aquí contenidos identificados actualmente como formación tecnológica en computación en la materia Gestión de Organizaciones.
  - **Área: Ingeniería y Sociedad (IS).** Comprende una visión del entorno social, económico y del medio ambiente en que se inserta la ingeniería y los efectos de su acción sobre ese entorno. Acorde al plan actual, se fusiona el grupo de Materias Opcionales que contempla contenidos de extensión y la materia Ciencias Humanas y Sociales.

La estructura es compatible con los lineamientos de ARCU-SUR: Ciencias Básicas y Matemática (en el área Matemática y Ciencias Experimentales dentro de formación básica), Ciencias de la Ingeniería (principalmente en el área Fundamentos de la Computación, pero también en el grupo de áreas de formación básico-tecnológica), Ingeniería Aplicada (se corresponde al grupo de áreas de formación básico-tecnológica) y Contenidos Complementarios (se corresponde al grupo de áreas de formación complementaria).

Los créditos mínimos propuestos en cada una de los grupos y áreas se ven en el Cuadro 4.1. Existen mínimos definidos a nivel de grupos y de áreas, y en el cuadro se muestran tanto los de Licenciatura (L) como los de Ingeniería (I).

Los mínimos son razonablemente equivalentes a los de los planes actuales, ya que se tuvo en cuenta los créditos que otorgan las unidades curriculares obligatorias y el área en donde se ubicarían ahora. En el Apéndice A se incluye un ejercicio de prospección curricular, esto es, de asignación de unidades curriculares existentes hoy día en las áreas de formación definidas, a los efectos de ejemplificar la categorización y promover su discusión.

Cuadro 4.1: Créditos Mínimos de Ingeniería y Licenciatura en Computación. En las columnas se indican los mínimos de Licenciatura (L) e Ingeniería (I).

Grupos de áreas de formación	Mínimos por grupo	Áreas de formación	Mínimos por área
Básica	L:100 / I:120	Matemática y Ciencias Experimentales (MCE)	L:30 / I:50
		Fundamentos de la Computación (FC)	L:50 / I:70
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	L:130 / I:180	Fundamentos de Sistemas (FS)	L:30 / I:30
		Ingeniería de Software (IS)	L:10 / I:20
		Gestión de Datos e Información (GDI)	L:10 / I:10
		Computación Aplicada (CA)	L:0 / I:20
		Actividades Integradoras (AI)	L:30 / I:40
Complementaria	L:0 / I:20	Ingeniería Industrial (II)	L:0 / I:0
		Ingeniería y Sociedad (IYS)	L:0 / I:0
Suma de mínimos	L:230 / I:320		L:160 / I:240



# 5

## Implementación

---

En tanto el plan de estudios fija requisitos mínimos que no son de fácil modificación, la implementación permite adaptaciones más dinámicas, tanto a nivel de sus requisitos, como a nivel de los contenidos de las unidades curriculares obligatorias. La estructura curricular propuesta (Sección 4) flexibiliza la definición de una implementación que la satisfaga y delega a dicha implementación la posibilidad de exigir contenidos en áreas de trabajo concretas.

**Es bueno destacar que existe una implementación viable del plan de estudio con las unidades curriculares actuales. Esto permite una adaptación más fluida al proceso de cambio de plan, facilitando la evolución de la implementación. Esta implementación de ejemplo se incluye como anexo en la propuesta de cada uno de los planes de estudio.**

Sin embargo, es de interés de la carrera, hacer evolucionar la implementación hacia una propuesta que satisfaga oportunidades de mejora detectadas. Estas oportunidades de mejora implican una reformulación de unidades curriculares (objetivos de aprendizaje, contenidos y créditos), así como cambios en su obligatoriedad y distribución en la trayectoria sugerida de la carrera. A continuación, se presentan los avances en la definición de esta visión a mediano plazo, en cuatro partes:

- Unidades curriculares del núcleo (contenidos mínimos obligatorios para todos los planes de estudio y perfiles).
- Requisitos adicionales para Licenciatura.
- Requisitos adicionales para Ingeniería.
- Una potencial trayectoria.

Como resumen general, en el Cuadro 5.1 se observan los créditos mínimos de Ingeniería y Licenciatura, asociados al plan (ya presentados en el Cuadro 4.1) y a la implementación pro-

puesta en esta sección. Estos mínimos consideran exclusivamente las unidades curriculares obligatorias.

Cuadro 5.1: Créditos Mínimos de Ingeniería y Licenciatura en Computación asociados al plan (los del Cuadro 4.1) y la implementación. En las columnas se indican los mínimos de Licenciatura (L) e Ingeniería (I).

Grupos de Áreas	Min. Grupos	Áreas	Min. Áreas	Min. Impl
Básica	L:100 / I:120	MCE	L:30 / I:50	L:64 / I:64
		FC	L:50 / I:70	L:78 / I:78
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	L:130 / I:180	FS	L:30 / I:30	L:49 / I:51
		IS	L:10 / I:20	L:10 / I:35
		GDI	L:10 / I:10	L:15 / I:15
		CA	L:0 / I:20	L:10 / I:20
		AI	L:30 / I:40	L:47 / I:57
Complementaria	L:0 / I:20	II	L:0 / I:0	L:0 / I:0
		IYS	L:0 / I:0	L:0 / I:0
Suma de mínimos	L:230 / I:320		L:160 / I:240	L:275 / I:340

## 5.1. Requisitos del Núcleo

Se ha realizado un intenso trabajo de identificación y definición de contenidos, por ejemplo, sobre las bases teórico-matemáticas de la computación, las cuales se basan tanto en contenido como en enfoque en [6], siendo que abarcan además los temas sugeridos por IEEE/ACM en su propuesta curricular e incluyen algunos temas adicionales que resultan de interés. Sobre los requisitos asociados a las áreas de formación:

- **Matemática y Ciencias Experimentales (MCE)** Se mantienen las bases matemáticas clásicas de Cálculo DIV y DIVV, Geometría y Álgebra Lineal 1 y 2 y Probabilidad y Estadística. Se incluye, además Métodos Experimentales en Computación que se presenta como alternativa experimental a Física 1 y Métodos Numéricos.
- **Fundamentos de la Computación (FC)** Se contemplan las bases de computación de Matemática Discreta (se fusionan y reformulan los contenidos de los dos cursos existentes hoy día), Lógica y Teoría de la Computación (sumando contenidos no presentes hoy día). Además, se incluyen aquí las bases de paradigmas de programación (Programación Imperativa, Estructuras de Datos y Algoritmos, Diseño y Programación OO) y diseño y análisis de algoritmos (Algoritmos y Análisis de Problemas Computacionales).
- **Fundamentos de Sistemas (FS)** Se contemplan las bases de Arquitectura de Computadoras, Sistemas Operativos, Redes de Computadoras. Además, se incluyen conteni-

dos de Seguridad Computacional y Computación Paralela y Distribuida, aspectos no abordados apropiadamente en la implementación actual.

- **Ingeniería de Software (IS)** Se contemplan las bases de Ingeniería de Software.
- **Gestión de Datos e Información (GDI)** Se contemplan las bases de Bases de Datos.
- **Computación Aplicada (CA)** Se contemplan las bases de Aprendizaje Automático, aspecto no abordado apropiadamente en la implementación actual.
- **Actividades Integradoras (AI)** Se mantiene como básico un Taller de Desarrollo y se incluye un Laboratorio de Programación más básico y un Taller de Introducción a la Computación propedéutico.

## 5.2. Requisitos Adicionales para Licenciatura

Siguiendo el esquema general presentado en la Sección 3, la implementación de Licenciatura requiere, además:

1. cumplir con los requerimientos de al menos un perfil (descritos en la Sección 6);
2. aprobar la Tesis de Licenciatura.

Una trayectoria tentativa para Licenciatura se muestra en el Cuadro 5.2.

## 5.3. Requisitos Adicionales para Ingeniería

Siguiendo el esquema general presentado en la Sección 3, la implementación de Ingeniería requiere, además:

1. cumplir con los requerimientos de al menos un perfil (descritos en la Sección 6);
2. cumplir con los requerimientos adicionales para Ingeniería (Requisitos ING) que son:
  - aprobar los cursos Ingeniería de Software Avanzada y Proyecto de Ingeniería de Software del área Ingeniería de Software;
  - aprobar el curso Introducción a la Inv. de Operaciones del área Computación Aplicada;
  - aprobar 20 créditos en optativas del grupo de áreas Actividades Complementarias (una lista de unidades curriculares se puede ver en la Sección A).
3. aprobar el Proyecto de Grado.

Una trayectoria tentativa para Licenciatura se muestra en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.2: Trayectoria tentativa para Licenciatura en Computación.

Semestre	Créditos	Área
<b>Primer semestre</b>	<b>47</b>	
Cálculo DIV	13	MCE
Programación Imperativa	10	FC
Matemática Discreta	10	FC
Matemática Inicial	4	MCE
Taller de Introducción a la Computación	10	AI
<b>Segundo semestre</b>	<b>44</b>	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Álgebra Lineal 1	9	MCE
Estructura de Datos y Algoritmos	10	FC
Lógica	12	FC
<b>Tercer semestre</b>	<b>47</b>	
Geometría y Álgebra Lineal 2	9	MCE
Probabilidad y Estadística	10	MCE
Arquitectura de Computadoras	10	FS
Algoritmos	8	FC
Teoría de la Computación	10	FC
<b>Cuarto semestre</b>	<b>44</b>	
Sistemas Operativos	8	FS
Bases de Datos	10	GDI
Laboratorio de Programación	8	AI
Análisis de Problemas Computacionales	8	FC
Diseño y Programación OO	10	FC
<b>Quinto semestre</b>	<b>45</b>	
Redes de Computadoras	10	FS
Métodos Experimentales en Computación	10	MCE
Ingeniería de Software	10	IS
Aprendizaje Automático	10	CA
Optativas	5	
<b>Sexto semestre</b>	<b>43</b>	
Taller de Desarrollo	15	AI
Computación Paralela y Distribuida	8	FS
Seguridad Computacional	10	FS
Optativas	10	
<b>Séptimo semestre</b>	<b>45</b>	
Optativas	45	
<b>Octavo semestre</b>	<b>45</b>	
Tesis de Licenciatura	20	AI
Optativas	25	
<b>TOTAL</b>	<b>360</b>	

Cuadro 5.3: Trayectoria tentativa para Ingeniería en Computación.

Semestre	Créditos	Área
<b>Primer semestre</b>	<b>47</b>	
Cálculo DIV	13	MCE
Programación Imperativa	10	FC
Matemática Discreta	10	FC
Matemática Inicial	4	MCE
Taller de Introducción a la Computación	10	AI
<b>Segundo semestre</b>	<b>44</b>	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Algebra Lineal 1	9	MCE
Estructura de Datos y Algoritmos	10	FC
Lógica	12	FC
<b>Tercer semestre</b>	<b>47</b>	
Geometría y Algebra Lineal 2	9	MCE
Probabilidad y Estadística	10	MCE
Arquitectura de Computadoras	10	FS
Algoritmos	8	FC
Teoría de la Computación	10	FC
<b>Cuarto semestre</b>	<b>44</b>	
Sistemas Operativos	8	FS
Bases de Datos	10	GDI
Laboratorio de Programación	8	AI
Análisis de Problemas Computacionales	8	FC
Diseño y Programación OO	10	FC
<b>Quinto semestre</b>	<b>45</b>	
Redes de Computadoras	10	FS
Métodos Experimentales en Computación	10	MCE
Ingeniería de Software	10	IS
Aprendizaje Automático	10	CA
Optativas	5	
<b>Sexto semestre</b>	<b>43</b>	
Taller de Desarrollo	15	AI
Computación Paralela y Distribuida	8	FS
Seguridad Computacional	10	FS
Optativas	10	
<b>Séptimo semestre</b>	<b>45</b>	
Ingeniería de Software Avanzada	10	IS
Introducción a la Inv. de Operaciones	10	CA
Optativas	25	
<b>Octavo semestre</b>	<b>45</b>	
Proyecto de Ingeniería de Software	15	IS
Optativas + Actividades Complementarias	20 + 10	
<b>Noveno semestre</b>	<b>45</b>	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas + Actividades Complementarias	20 + 10	
<b>Décimo semestre</b>	<b>45</b>	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas	30	
<b>TOTAL</b>	<b>450</b>	



# 6

## Perfiles

---

Los perfiles tienen el objetivo de servir como una orientación curricular, es decir, itinerarios conformados por unidades curriculares que guían al estudiante en el recorrido por la carrera de acuerdo con sus preferencias profesionales y académicas, y no se enfocan tanto en la especialización de conocimientos.

Los estudiantes deben cumplir con los requisitos de un perfil. Los perfiles se encontrarán predefinidos, como sucede actualmente en la Licenciatura, aunque se dispondrán mecanismos para una definición flexible de nuevos perfiles. Todas las orientaciones tienen el mismo título de egreso: Ingeniero o Licenciado en Computación, según corresponda. Al momento del egreso, el estudiante indicará los perfiles que ha cubierto, los cuales serán validados por la Comisión de Carrera.

### 6.1. Definición

Los perfiles tienen como objetivo la consistencia temática, no tanto la especialización de conocimientos. Por este motivo y para agregar más flexibilidad a la hora de su definición, todos los perfiles tendrán una estructura homogénea:

- requieren un mínimo de 40 créditos en unidades curriculares relacionadas;
- no incluyen el trabajo final, ya que los estudiantes pueden optar por realizar más de un perfil y eventualmente una Tesis de Licenciatura o Proyecto de Grado relacionado con más de un perfil, o sin vínculo con el perfil realizado;
- pueden tener una o dos unidades curriculares obligatorias definidas como básicas para el desarrollo del perfil;

- ofrecen un conjunto de unidades curriculares relacionadas en solo una o dos agregados. Los agregados son una agrupación de unidades curriculares y pueden definirse por fuera de la estructura formal de grupos de áreas de formación.

De esta forma, se mantiene la noción de perfil temático existente, se flexibiliza permitiendo que se haga más de un perfil y se orienta al estudiante en cuanto a su orientación curricular. Dado que los perfiles ofrecen una base de orientación, pero contenidos que superan los créditos mínimos requeridos, los estudiantes pueden optar por continuar realizando actividades relacionadas con sus perfiles de interés.

## 6.2. Implementación de Perfiles

La implementación actual de la Licenciatura en Computación define siete perfiles que pueden ser fácilmente adaptados a la propuesta actual. Estos perfiles son:

- Computación Confiable
- Computación Gráfica
- Ingeniería de Software
- Inteligencia Artificial y Robótica
- Investigación Operativa
- Redes de Computadoras
- Sistemas de Información

En el Apéndice B se ejemplifica una posible adaptación de los perfiles "Investigación Operativa" y "Sistemas de Información". Las listas de unidades curriculares que allí aparecen no son exhaustivas. De hecho, las definiciones no pretenden ser definitivas sino ejemplos para visualizar la flexibilidad de la nueva propuesta de planes de estudio.

Adicionalmente a la adaptación de los perfiles existentes, es posible pensar en otros que serían de fácil implementación con las unidades curriculares disponibles hoy día, por ejemplo:

- Ciencia de Datos
- Computación Científica
- Matemática Computacional
- Seguridad Informática

- Sistemas de Información a Gran Escala
- Sistemas de Comunicación

De hecho, algunos perfiles como "Ciencia de Datos" y "Seguridad Informática" tienen perfiles relacionados a nivel de programas de postgrado. En el Apéndice B se ejemplifica una posible implementación del perfil "Computación Científica".



# Apéndices



# A

## Prospección Curricular

---

A continuación, se muestra la ubicación candidata de las unidades curriculares ofrecidas hoy día para las carreras en las áreas de formación de la propuesta de plan de estudios. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se trata de un ejercicio a los efectos de discutir y validar la adecuación de las áreas de formación y no de una propuesta estable que no admita cambios. De hecho, se evidencia que algunas unidades podrían estar ubicadas en más de un área de formación, aspecto que es posible en la implementación de un plan de estudios.
- La aparición de una unidad curricular en este ejercicio no implica que la misma deba existir en una implementación real del plan de estudios.
- Las unidades curriculares expuestas son una muestra bastante amplia, pero no exhaustiva, de las ofrecidas para la carrera.

### **Grupo de Áreas de Formación Básica**

- Área de Formación: Matemática y Ciencias Experimentales
  - Cálculo DIV y DIVV
  - Geometría y Álgebra Lineal 1 y 2
  - Probabilidad y Estadística
  - Física 1, 2 y 3
- Área de Formación: Fundamentos de la Computación
  - Matemática Discreta 1 y 2

- Lógica
- Teoría de Lenguajes
- Programación 1, 2 y 3
- Teoría de la Computación
- Complejidad Computacional
- Combinatoria Analítica
- Const.Formal de Progr. en Teoría de Tipos
- Programación Funcional
- Programación Funcional Avanzada
- Programación Lógica
- Aprendizaje Automático

## **Grupo de Áreas de Formación Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación**

- Área de Formación: Fundamentos de Sistemas
  - Arquitectura de Computadoras
  - Redes de Computadoras
  - Sistemas Operativos
  - Diseño Topológico de Redes
  - Aspectos Avanz. de Arq.de Computadoras
  - Aspectos Avanz. de Redes de Computadoras
  - Anal.y Dis.de Algorit.Distrib.en Redes
  - Taller de Sistemas Ciber-Fisicos
  - Fundamentos de Seguridad Informática
  - Taller de Seguridad Informática
  - Computación de Alta Performance
  - Taller de GPGPU
  - Teoría de Cod.Algebr.para Correc.de Err
  - Compresión de Datos sin Perdida
  - Criptografía
  - Int. a La Teoría de la Información

- 
- Área de Formación: Ingeniería de Software
    - Programación 4
    - Introducción a la Ingeniería de Software
    - Proyecto de Ingeniería de Software
    - Ingeniería de Software Basada en Evidencias y Revisiones Sistemáticas
    - Taller de Verificación del Software
    - Princ.y Fund.del Proc.Pers.de Software
    - Taller de Ing.Dirigida por Modelos
    - Ingeniería de Software Empírica
  - Área de Formación: Gestión de Datos e Información
    - Fundamentos de Bases de Datos
    - Fundamentos de la Web Semántica
    - Calidad de Datos e Información
    - Int. a los Sist. de Infor. Geográfica
    - Tec.Avanz. para la Gest.de Sist.de Inf.
    - Bases de Datos no Relacionales
    - Diseño y Construcción de Data Warehouse
    - Integración de Datos
    - Sistemas de Información en Salud
    - Taller de Gest.y Tec.Proc.Negocio
    - Taller de Sist. de Inf.Geograf.Emresar.
    - Taller de Sistemas De Información 1, 2, 3 y 4
    - Recup.de Inf.y Recomend.en La Web
    - Análisis de Datos en Redes Complejas
  - Área de Formación: Computación Aplicada
    - Int. a la Investigación de Operaciones
    - Métodos de Montecarlo
    - Fundamentos de Programación Entera
    - Int. a la Computación Gráfica
    - Computación Gráfica Avanzada
    - Modelado y Optimización
    - Optimización Bajo Incertidumbre

- Algoritmos Evolutivos
- Metaheurísticas y Optimiz. sobre Redes
- Int. al Procesamiento de Leng. Natural
- Análisis Semántico de Lenguaje Natural
- Gramáticas Formales para el Leng.Natural
- Robótica Educativa
- Fundamentos de la Robótica Autónoma
- Métodos Numéricos
- Álgebra Lineal Numérica
- Simulación a Eventos Discretos
- Área de Formación: Actividades Integradoras
  - Proyecto de Grado
  - Taller de Programación
  - Trabajo Final (Actividad Integradora/Tesis de Licenciatura)
  - Pasantía
  - Módulo de Taller

## **Grupo de Áreas de Formación Complementarias**

- Área de Formación: Ingeniería Industrial
  - Int. al Negocio del Software
  - Profesión en Ingeniería de Software
  - Relac.Pers.en Ing.de Soft.y Ger.de Proy
  - Administración y Seguridad de Sistemas
  - Administración General para Ingenieros
  - Práctica de Administración para Ingenieros
  - Control de Calidad
  - Gestión de Calidad
- Área de Formación: Ingeniería y Sociedad
  - Módulo de Extensión
  - Economía
  - Ciencia, Tecnología y Sociedad
  - Políticas Científicas en Informática y Computación
  - Didáctica de Algorit. y Estruct. de Datos

# B

## Ejemplos de Perfiles

---

Se presenta a continuación la definición de cuatro perfiles: el de Investigación Operativa y Sistemas de Información son una adaptación de perfiles existentes hoy día en la Licenciatura, en tanto el de Computación Científica es una propuesta que podría ser implementadas con unidades curriculares existentes.

### **B.1. Perfil: Investigación Operativa**

#### **B.1.1. Motivación**

La toma de decisiones es una tarea esencial para el buen funcionamiento de una organización, por lo que IO tiene gran relevancia a nivel mundial, aplicándose al sector privado y público, a la industria, los sistemas de comercialización, financieros, de transportes, de salud etc., ya que provee información cuantitativa que colabora a la toma de decisiones.

#### **B.1.2. Formación y Áreas Temáticas**

El estudiante tendrá una formación que le permita trabajar, desde un punto de vista sistémico, en el modelado y resolución de problemas mediante optimización y/o simulación de sistemas.

Las principales áreas temáticas que desarrolla el perfil son:

- Modelado y simulación de sistemas
- Optimización combinatoria

- Diseño de sistemas de transporte
- Diseño de redes de comunicaciones
- Planificación de la producción, y logística humanitaria
- Gestión de riesgos
- Análisis y modelado de datos

### B.1.3. Requisitos

Obtener 40 créditos distribuidos de la siguiente forma:

- la aprobación de la unidad curricular (1610) Investigación Operativa (10 créditos);
- 30 créditos en unidades curriculares del agregado "Investigación Operativa" descrito en el Cuadro B.1.

Cuadro B.1: Agregado Investigación Operativa

Código	Unidad Curricular	Créditos
1637	Algoritmos evolutivos	10
1634	Análisis de datos en redes complejas	10
1435	Diseño topológico de redes	10
3207	Herramientas para el diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros	8
1779	Investigación de operaciones y gestión de riesgos	6
1613	Metaheurísticas y optimización sobre redes	10
1624	Modelado y optimización	6
1633	Teoría, algoritmos y aplicación de gestión logística	8
1636	Modelos combinatorios de confiabilidad en redes	10
1632	Optimización bajo incertidumbre	8
1617	Simulación a eventos discretos	10
1631	Fundamentos de Programación Entera	8

## **B.2. Perfil: Sistemas de Información**

### **B.2.1. Motivación**

El término Sistemas de Información se entiende como el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos involucrados en la concepción y construcción efectiva de sistemas que capturan, almacenan y procesan datos con el fin de convertirlos en información y/o conocimiento. De esta forma, cuando se habla de Sistemas de Información, se piensa más en un enfoque para la concepción de un sistema que en un tipo determinado de sistemas.

Su importancia radica en que la información es un pilar básico de la operativa de cualquier organización. Por ende, el desarrollo de sistemas informáticos para el procesamiento de la información favorece a las organizaciones aumentando su productividad.

### **B.2.2. Formación y Áreas Temáticas**

El estudiante tendrá una formación fuerte en las diferentes teorías, metodologías y técnicas que le permitan trabajar en el desarrollo de sistemas con el enfoque de Sistemas de Información, teniendo en cuenta los tres niveles típicos de estos sistemas: Conceptual, Lógico (u Operativo) y Físico (o de Implementación).

Las principales áreas temáticas que desarrolla el perfil son:

- Web Semántica, Linked Data y Datos Abiertos
- Análisis y modelado de datos (Sistemas de Data Warehousing, Business Intelligence, y ETL para distintos tipos de datos, inclusive Big Data)
- Calidad e integración de datos
- Sistemas de Información Semánticos y Recursos Educativos Abiertos y Accesibles
- Integración de Sistemas de Información y Tecnologías de Middleware a Gran Escala
- Tecnologías de la Información Geográfica en contextos empresariales e Internet
- Sistemas de Información basados en procesos de negocio y orientación a servicios
- Desarrollo de Sistemas de Información dirigido por modelos, metamodelado y generación automática de SI

### **B.2.3. Requisitos**

Obtener 40 créditos distribuidos de la siguiente forma:

- 30 créditos en unidades curriculares del agregado "Sistemas de Información" descrito en el Cuadro B.2;
- 10 créditos en unidades curriculares del agregado "Talleres de Sistemas de Información" descrito en el Cuadro B.3

Cuadro B.2: Agregado Sistemas de Información

Código	Unidad Curricular	Créditos
1917	Técnicas Avanzadas para la Gestión de Sistemas de Información	12
1935	Calidad de datos	8
1926	Introducción a los Sistemas de Información Geográfica	10
1939	Diseño y Construcción de Data Warehouse	10
1941	Integración de datos	8
1936	Introducción al Middleware	8
1934	Interoperabilidad Semántica	11
1938	Recuperación de Información y Recomendaciones en la web	10
1942	Fundamentos de la Web Semántica	8

Cuadro B.3: Agregado Talleres de Sistemas de Información

Código	Unidad Curricular	Créditos
1766	Taller de Gestión y Tecnologías de Procesos de Negocio	10
1759	Taller de Sistemas de Información Geográficos Empresariales	8
1751	Taller de Sistemas de Información 1	10
1774	Taller de Evaluación de Tecnologías de la Información	10
1775	Taller de Sistemas Empresariales	15

## **B.3. Perfil: Computación Científica**

### **B.3.1. Motivación**

La Computación Científica puede entenderse como la computación aplicada a la resolución de problemas en diversas áreas de la ciencia y la ingeniería. La simulación numérica permite el estudio de sistemas complejos y fenómenos naturales que serían muy costosos, peligrosos, o incluso imposibles, de ser estudiados a través de la experimentación directa. La búsqueda de mayores niveles de detalle y realismo en dichas simulaciones requiere una enorme capacidad de cómputo.

La Computación Científica es un área multidisciplinaria de rápido crecimiento con conexión con las ciencias, ingeniería, matemática y ciencias de la computación.

### **B.3.2. Formación y Áreas Temáticas**

El estudiante tendrá una formación que le permita trabajar, desde un punto de vista sistémico, en el modelado y la resolución de problemas científicos mediante la aplicación de técnicas matemáticas e informáticas, con énfasis en la resolución de problemas complejos que requieren un uso intenso de recursos computacionales.

El perfil sigue un enfoque netamente multidisciplinario concentrado en un conjunto de asignaturas en áreas básicas de informática aplicada, matemática, física y actividades integradoras que permitan consolidar la formación multidisciplinaria propuesta.

Las principales áreas temáticas que desarrolla el perfil son:

- Simulación de fenómenos físicos
- Métodos numéricos para la resolución de problemas matemáticos
- Computación de alta performance

### **B.3.3. Requisitos**

Obtener 40 créditos en unidades curriculares del agregado "Computación Científica" descrito en el Cuadro B.4.

Cuadro B.4: Agregado Computación Científica

Código	Unidad Curricular	Créditos
1079	Métodos Numéricos	8
1074	Ecuaciones diferenciales	12
5914	Álgebra Lineal Numérica	9
1041	Métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales	5
1434	Computación de Alta Performance	10
1447	Computación de propósito general en unidades de procesamiento gráfico	7
1057	Métodos Montecarlo	8
1617	Simulación a eventos discretos	10
1343	Bio-Computación Paralela	6
FCIEN	Física Computacional	—

## Referencias

---

- [1] ABET. Criteria for accrediting engineering programs. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). <https://www.abet.org>, 2019.
- [2] ACM. *Computing Curricula 2005 The Overview Report*. ACM and IEEE Computer Society, 2005.
- [3] ACM. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. ACM and IEEE Computer Society, 2013.
- [4] ASIBEI. Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI). <https://www.asibei.net>, 2019.
- [5] IEEE. IEEE common nomenclature for computing related programs in latin america. <http://www.accreditation.org/sites/default/files/Latin-American-Computing-Nomenclature-Document-English.pdf>, 2013.
- [6] E. Lehman, F. T. Leighton, and A. R. Meyer. *Mathematics for Computer Science*. Samurai Media Limited, 3 2017. <https://courses.csail.mit.edu/6.042/spring17/mcs.pdf>.
- [7] MERCOSUR. Sistema de acreditación regional de carreras universitarias del mercosur y estados asociados (ARCU-SUR). <http://edu.mercosur.int/arcusur/index.php/es/uruguay>, 2019.
- [8] UDELAR. Ordenanza de Estudios de Grado y otros Programas de Formación Terciaria. Universidad de la República. <http://dgjuridica.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2016/04/Ordenanza-215.pdf>, 2011.