



N° de expediente: 060125-000011-23

Fecha: 05.09.2023

Universidad de la República Uruguay - UDELAR



ASUNTO

PLAN DE ESTUDIOS PARA LAS CARRERAS DE LICENCIATURA E INGENIERIA EN COMPUTACIÓN

Unidad	COMISIONES - INGENIERIA
Tipo	PLAN DE ESTUDIOS - CREACION DE NUEVO
Carrera:	Ingenieria y Licenciatura en Copmputacion
Curso:	Todos
Plan:	
Fecha:	
Período desde:	
Período hasta:	
Nombre:	
Cédula de Identidad:	
Docente:	
Grado:	
Motivo:	

La presente impresión del expediente administrativo que se agrega se rige por lo dispuesto en la normativa siguiente: Art. 129 de la ley 16002, Art. 694 a 697 de la ley 16736, art. 25 de la ley 17.243; y decretos 55/998, 83/001 y Decreto reglamentario el uso de la firma digital de fecha 17/09/2003.-

	Expediente Nro. 060125-000011-23 Actuación 1	Oficina: CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN - INGENIERÍA Fecha Recibido: 05/09/2023 Estado: Cursado
--	---------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TEXTO

Se adjunta:

- nota de Comisión de Carrera, firmada digitalmente
- fundamentación
- plan de estudios de Ingeniería en Computación
- plan de estudios de Licenciatura en Computación

Firmado electrónicamente por ANDRES TROLIO VARELA el 05/09/2023 12:08:07.

Nombre Anexo	Tamaño	Fecha
notaClaustro_firmado.pdf	232 KB	05/09/2023 12:07:37
fundamentacionPlanComputacion2020_v3.pdf	309 KB	05/09/2023 12:07:37
PlanEstudios_IngComp__Con_TitIntermedio_.pdf	162 KB	05/09/2023 12:07:37
PlanEstudios_LicComp__Con_TitIntermedio_.pdf	161 KB	05/09/2023 12:07:37

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Montevideo, 4 de setiembre de 2023

Sr. integrantes del Claustro:

Por medio de la presenta nota, ponemos a disposición la propuesta de nuevos planes de estudio para las carreras de Licenciatura e Ingeniería en Computación. Acompaña a la propuesta un documento de fundamentación.

Resolución tomada por unanimidad (5 en 5)

Integrantes de la Comisión presentes:

Director de Carrera: Daniel Calegari
Orden Docente: Libertad Tansini, Pablo Romero
Orden Egresados: ---
Orden Estudiantes: Pablo Recarte, Nahuel Curbelo

Dr. Daniel Calegari
Director de Carreras de Computación



Universidad de la República
Facultad de Ingeniería
Instituto de Computación
Uruguay

Plan de Estudios
Licenciatura e Ingeniería en Computación

Fundamentación de la Propuesta
29 de agosto de 2023

Contenido

1	Introducción	1
2	Ejes de Trabajo	3
2.1	Consideraciones Preliminares	4
2.2	Autoevaluación	5
2.3	Encuesta a Estudiantes y Egresados	7
3	Ecosistema de Carreras	9
4	Plan de Estudios	13
4.1	Perfil del Egresado	13
4.2	Estructura Curricular	15
4.3	Título Intermedio	17
5	Implementación	19
5.1	Requisitos del Núcleo	20
5.2	Requisitos Adicionales para Licenciatura	21
5.3	Requisitos Adicionales para Ingeniería	21
6	Perfiles	25
6.1	Definición	25
6.2	Implementación de Perfiles	26
A	Prospección Curricular	31
B	Ejemplos de Perfiles	35
B.1	Perfil: Investigación Operativa	35
B.2	Perfil: Sistemas de Información	37
B.3	Perfil: Computación Científica	39
	Referencias	41

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.

2.2. Autoevaluación

5

- 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. La carrera se encuentra acreditada recientemente y aunque no se 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 el punto de vista curricular, al no contar con un perfil de egreso bien definido sino ser un recorte en extensión de la carrera de Ingeniería, el título intermedio de Analista en Computación no parece necesario. Sin embargo, a los efectos de compatibilizar con titulaciones existentes, incentivar la realización de la carrera con objetivos escalonados y generar oportunidades laborales, parece conveniente considerarlo.

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.

2.3. Encuesta a Estudiantes y Egresados

7

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.

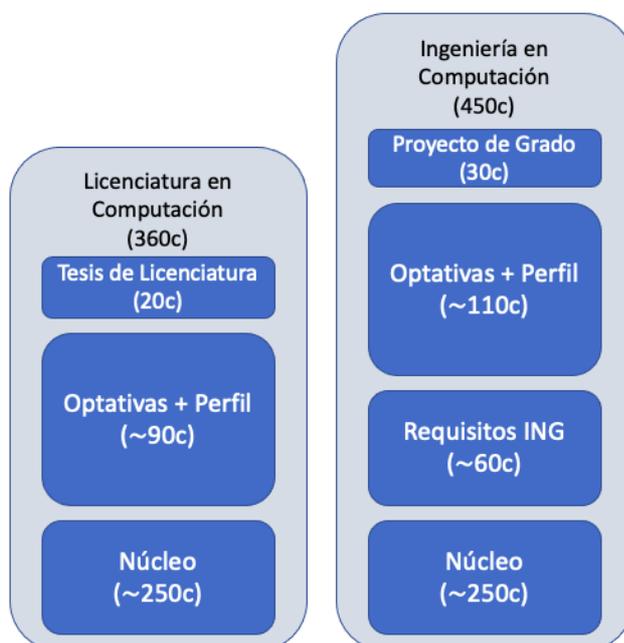


Figura 3.1: Esquema general de los planes de estudio

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 se utiliza para la definición de un título intermedio, no necesariamente equivalente al de Analista en Computación (Plan 97).
- 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. Se adaptó la plantilla para el caso de Licenciatura. Además, se consideró una sugerencia reciente conforme a la Ordenanza de Grado en cuanto a eliminar la denominación del título. La propuesta involucra dos aspectos: (a) la definición del 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. Perfil del Egresado

El perfil del egresado fue descrito 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 egresado de Licenciatura e Ingeniería es que éste último "será capaz de planificar, elaborar, supervisar, gestionar y evaluar proyectos y servicios de Ingeniería en Computación". A nivel de conocimientos, capacidades y actitudes específicas, el perfil de Ingeniería suma los siguientes:

- 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.
- **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.

4.3. Título Intermedio

Ambas carreras cuentan con un mismo título intermedio, cuya denominación podría ser Asociado en Computación (denominación que se utiliza internacionalmente), o eventualmente Analista en Computación. Se trata de un estudiante que ha completado requisitos mínimos de formación con una cobertura amplia y coherente de las principales áreas científico-técnicas de la computación. Esta formación le permitirá desempeñar tareas técnicas formando parte de un equipo de trabajo y desarrollar posteriormente diferentes perfiles de formación.

El título intermedio se vincula con el núcleo común definido para ambas carreras, el cual se define como el cuerpo de conocimiento y habilidades que necesariamente debe poseer un egresado en computación y que le permite desarrollar posteriormente diferentes perfiles de formación.

A nivel del plan de estudios, se requiere reunir un mínimo de 270 créditos (compatible con el título de Analista en Computación del Plan 97). Además, se incluyen los siguientes mínimos en áreas de formación básicas y básico-tecnológicas, definidos en relación a los mínimos por área definidos para la Licenciatura (quien plantea los menores requisitos a nivel del plan de estudios):

- un mínimo de 20 créditos en el área Matemática y Ciencias Experimentales
- un mínimo de 40 créditos en el área Fundamentos de Computación
- un mínimo de 20 créditos en el área Fundamentos de Sistemas
- un mínimo de 10 créditos en el área Ingeniería de Software
- un mínimo de 10 créditos en el área Gestión de Datos e Información
- un mínimo de 15 créditos en el área Actividades Integradoras

A nivel de la implementación del plan, se exige la aprobación de las unidades curriculares obligatorias que forman parte del núcleo, las cuales se analizan en la siguiente sección.

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:90 / 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:220 / 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 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, 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 propuesta 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:90 / I:120	MCE	L:30 / I:50	L:64 / I:64
		FC	L:50 / I:70	L:80 / I:80
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	L:130 / I:180	FS	L:30 / I:30	L:46 / I:46
		IS	L:10 / I:20	L:10 / I:35
		GDI	L:10 / I:10	L:10 / I:10
		CA	L:0 / I:20	L:10 / I:20
		AI	L:30 / I:40	L:43 / I:53
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:220 / I:320		L:160 / I:240	L:263 / I:328

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.

- **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 (se divide en Herramientas de Modelización y Análisis y Lógica de Primer Orden) 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 contenidos 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.

5.2. Requisitos Adicionales para Licenciatura

21

- **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.

El cumplimiento de los requisitos del núcleo permite otorgar el título intermedio de Bachiller en Computación. De acuerdo con las trayectorias tentativas para Licenciatura (Cuadro 5.2) e Ingeniería (Cuadro 5.3), el título se obtiene al finalizar el 6to semestre. De la misma forma, es viable otorgarlo con la implementación actual y trayectoria sugerida del Plan 97.

5.2. Requisitos Adicionales para Licenciatura

Siguiendo el esquema de 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 de 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 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 Ingeniería se muestra en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.2: Trayectoria tentativa para Licenciatura en Computación.

Semestre	Créditos	Área
Primer semestre	48	
Cálculo DIV	13	MCE
Programación Imperativa	10	FC
Matemática Discreta	12	FC
Herramientas de Modelización y Análisis	6	FC
Taller de Introducción a la Computación	7	AI
Segundo semestre	38	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Algebra Lineal 1	9	MCE
Estructura de Datos y Algoritmos	10	FC
Lógica de Primer Orden	6	FC
Tercer semestre	47	
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
Cuarto semestre	44	
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
Quinto semestre	45	
Redes de Computadoras	10	FS
Métodos Experimentales en Computación	10	MCE
Ingeniería de Software	10	IS
Aprendizaje Automático	10	CA
Optativas	5	
Sexto semestre	48	
Taller de Desarrollo	15	AI
Computación Paralela y Distribuida	8	FS
Seguridad Computacional	10	FS
Optativas	15	
Séptimo semestre	45	
Optativas	45	
Octavo semestre	45	
Tesis de Licenciatura	20	AI
Optativas	25	
TOTAL	360	

5.3. Requisitos Adicionales para Ingeniería

23

Cuadro 5.3: Trayectoria tentativa para Ingeniería en Computación.

Semestre	Créditos	Área
Primer semestre	48	
Cálculo DIV	13	MCE
Programación Imperativa	10	FC
Matemática Discreta	12	FC
Herramientas de Modelización y Análisis	6	FC
Taller de Introducción a la Computación	7	AI
Segundo semestre	38	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Algebra Lineal 1	9	MCE
Estructura de Datos y Algoritmos	10	FC
Lógica de Primer Orden	6	FC
Tercer semestre	47	
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
Cuarto semestre	44	
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
Quinto semestre	45	
Redes de Computadoras	10	FS
Métodos Experimentales en Computación	10	MCE
Ingeniería de Software	10	IS
Aprendizaje Automático	10	CA
Optativas	5	
Sexto semestre	48	
Taller de Desarrollo	15	AI
Computación Paralela y Distribuida	8	FS
Seguridad Computacional	10	FS
Optativas	15	
Séptimo semestre	45	
Ingeniería de Software Avanzada	10	IS
Introducción a la Inv. de Operaciones	10	CA
Optativas	25	
Octavo semestre	45	
Proyecto de Ingeniería de Software	15	IS
Optativas + Actividades Complementarias	20 + 10	
Noveno semestre	45	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas + Actividades Complementarias	20 + 10	
Décimo semestre	45	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas	30	
TOTAL	450	

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 30-40 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 requeridas 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
- Gestión de Infraestructura
- Matemática Computacional

6.2. Implementación de Perfiles

27

- 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.Empresar.
 - 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.

Plan de Estudios
Carrera de Ingeniería en Computación
(BORRADOR 29 de agosto de 2023)

Índice

1. Antecedentes y fundamentación	2
2. Generalidades	2
2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero	2
2.2. Perfil del egresado	3
2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación	4
3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios	5
3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería	5
3.2. Áreas de formación	6
3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación	7
3.4. Créditos mínimos de la titulación	9
3.4.1. Exigencias generales	10
3.4.2. Exigencias específicas	10
3.4.3. Título Intermedio	11
4. Orientaciones pedagógicas	11
5. Organización de la Carrera	12
5.1. Comisión de Carrera	12
5.2. Reglamentación del Plan de Estudios	12
6. Perfil de ingreso	12
A. Ejemplo de Implementación	13

1. Antecedentes y fundamentación

El presente Plan de Estudios refleja la necesidad de mantener una titulación de grado generalista en el área de Ingeniería en Computación y adecuarla al desarrollo actual de la ciencia y la tecnología, modificando contenidos e incorporando nuevos conceptos académicos e institucionales. Estos últimos son los formulados en la *Ordenanza de estudios de grado y otros programas de formación terciaria* de la Universidad de la República (OG-UdelaR), aprobada en fecha 30/08/11 por el Consejo Directivo Central de la UdelaR.

La actualización del plan de estudio está motivada por diversos factores: mejorar la articulación entre la carrera y una oferta creciente de carreras de grado que la consideran una alternativa curricular para egresados; la identificación de problemas en el plan e implementación vigentes del Plan 97 y el interés de responder a necesidades actuales y futuras a más de 20 años de su creación, lo que impacta en una actualización y organización más sencilla y flexible de las áreas de conocimiento y sus contenidos; la diversificación de la oferta de posgrado y la necesidad de generar diversos perfiles de egreso.

2. Generalidades

2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero

El objetivo fundamental del presente Plan de Estudios es la formación de ingenieros dotados de preparación suficiente para insertarse en el medio profesional y capacitados para seguir aprendiendo, acompañando la evolución científica, tecnológica y social, y perfeccionándose para abordar actividades más especializadas y complejas. Ello implica apuntar a preparar ingenieros con una fuerte formación básica y básico-tecnológica. Por lo tanto, se hace énfasis en una sólida formación analítica, que permita una comprensión profunda de los objetos de trabajo. También es necesario desarrollar la metodología para realizar medidas y diagnósticos en forma rigurosa, así como la capacidad de formulación de modelos, que permitan interpretar la realidad para actuar sobre ella. Lo anteriormente descrito unido a una buena capacidad de síntesis, buscarán crear en el egresado una actitud creadora e innovadora. Se considera parte de la formación profesional la comprensión de la función social de la profesión y la ética en el uso de los conocimientos y de los recursos naturales, incluyendo el trabajo.

Los egresados de este Plan de Estudios podrán desarrollar en forma autónoma tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa, así como integrarse al trabajo en equipo para la realización de las mismas actividades en situaciones de mayor complejidad, tanto por sus características como por su escala.

Será en los estudios posteriores al grado, o a través de su propio trabajo, donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en las capacidades de sintetizar y crear. Para apoyar a la superación profesional la Facultad ofrecerá a sus egresados instancias de actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

2.2. Perfil del egresado

La Ingeniería se entiende como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base fisicomatemática, que con la técnica y el arte analizan, crean y desarrollan sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente y respetando los derechos de las personas.

En términos generales, la Computación es una familia de áreas de conocimiento relacionada con toda actividad que requiere, se beneficia o se asocia con la creación de computadoras (ACM, 2005). A los efectos de este plan de estudios, se considera la visión provista por el área de conocimiento denominada *Computer Science* (ACM, 2013), la cual 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.

El egresado de Ingeniería en Computación es un profesional universitario capaz de planificar, elaborar, supervisar, gestionar y evaluar proyectos y servicios de ingeniería en computación. Tendrá 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, adaptarse 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.

El egresado tendrá conocimientos, capacidades y actitudes para:

- 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.
- 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.

Los estudiantes podrán fortalecer estas capacidades en áreas especializadas de actividad mediante la selección adecuada de unidades curriculares optativas. La Comisión de Carrera podrá sugerir conjuntos de unidades curriculares orientadas a definir perfiles específicos.

2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación

La unidad básica de medida de avance y finalización de la carrera es el crédito. Se define el crédito como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares que componen el Plan de Estudios, teniendo la formación previa necesaria. Se emplea un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil (según la OG-UdelaR), que comprende las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal.

El mínimo exigido en el Plan de Estudios es 450 créditos. El plan se estructura mediante actividades que se desarrollan en 5 años. Se prevé un avance de 90 créditos por año en promedio, considerando que el estudiante tiene una dedicación al estudio no menor a 40/45 horas semanales.

En la Sec. 3.2 se caracterizan las grandes áreas temáticas en las que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de la carrera de Ingeniería en Computación. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas.

Los currículos serán aprobados por la Comisión de Carrera (véase Sec. 5.1).

Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título son:

- Tener un currículum aprobado por la Comisión de Carrera;
- Cumplir los mínimos por áreas de formación y sus agrupamientos, según se establece en la tabla expresada en la Sec. 3.4.2;
- Reunir al menos 450 créditos.

3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios

3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería

- a) Los cursos tienen normalmente una duración semestral. Puede haber cursos anuales cuando la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves o haya otros motivos fundados.
- b) El Plan de Estudios se organiza en áreas de formación, entendidas cada una de ellas como un conjunto de conocimientos que, por su afinidad conceptual y metodológica, conforman una porción claramente identificable de los contenidos del Plan de Estudios de la Carrera. Pueden identificarse con áreas de conocimientos disciplinarios, áreas temáticas, experiencias de formación, etc. Las actividades integradoras, tales como proyectos o pasantías, son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. En toda área de formación existen contenidos a incorporar y habilidades o actitudes a adquirir. En cada área se buscará identificar ambas componentes. Las áreas de formación podrán clasificarse en grupos.
- c) Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares optativas y electivas, entendiendo por las mismas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, que componen el Plan de Estudios.
- d) El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera.
- e) El Consejo podrá revisar, cuando lo considere necesario, el número de créditos adjudicado a una unidad curricular. Esta revisión no podrá implicar la pérdida de créditos ya obtenidos.
- f) En la Sec. 3.2 y siguientes se especifican las áreas de formación que componen el presente Plan de Estudios, así como el número mínimo de créditos que deberá obtenerse en cada una de ellas y en sus diferentes agrupamientos.
- g) Las unidades curriculares referidas en 3.1 c) son elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos para cada área de formación y para cada grupo, de modo de constituir un conjunto que posea una profundidad y coherencia adecuadas. Esto se asegura mediante la aprobación del currículum correspondiente según la reglamentación que se menciona en la Sec. 5.2.

- h) Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería u otros órganos de la Universidad recomendados en la OG-UdelaR, o entre los ofrecidos por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que la reglamentación disponga.
- i) Los currículos son itinerarios de formación previstos en el diseño curricular que cumplen con la finalidad de brindar grados de autonomía a los estudiantes de acuerdo con sus intereses y necesidades de formación, que resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante ejemplos de implementación. Asimismo, se indicará, por los mecanismos que la reglamentación determine, cuáles de las unidades curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículo.
- j) El currículo debe comprender unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad.
- k) Las actividades integradoras incluyen:
 - proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículo. Habrá un proyecto de fin de carrera o alternativa equivalente que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión;
 - pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional;
 - trabajos monográficos o constructivos, que, sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares;
 - actividades de extensión.

3.2. Áreas de formación

La carrera está formada por grupos de áreas de formación:

- **áreas de formación básica** que contemplan conocimientos básicos para el sustento de la computación y la evolución permanente de sus contenidos, en función de los avances científicos y tecnológicos;
- **áreas de formación básico-tecnológica y técnicas de computación** que contemplan conocimientos científicos y tecnológicos específicos de computación para la resolución de problemas y la construcción de sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades preestablecidas;
- **áreas de formación complementaria** que contemplan la puesta en práctica de la computación en el contexto social y económico en que ésta se desenvuelve, así como aspectos contemplados en el perfil de egreso que no estén en los contenidos de las otras áreas de formación.

3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación

A continuación, se enumeran las áreas de formación correspondientes al Plan de Estudios de Ingeniería en Computación, indicándose en cada caso ejemplos de los temas que comprenden.

I) Áreas de Formación Básica

Matemática y Ciencias Experimentales

Esta área de formación comprende conceptos básicos en matemática y ciencias experimentales, cumpliendo la función de introducir al estudiante en el razonamiento abstracto y aportarle herramientas básicas necesarias para el estudio de las distintas ramas de la computación.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Álgebra Lineal
- Cálculo Diferencial e Integral
- Probabilidad y Estadística
- Métodos Experimentales

Fundamentos de Computación

Esta área de formación comprende los conceptos teóricos fundamentales de la computación, siendo muchos de ellos conceptos matemáticos, así como los conocimientos básicos y prácticos referidos a la tarea de programar. Los fundamentos de la computación permiten comprender los límites de la computación, caracterizar soluciones, así como formalizar y modelar los problemas resolubles computacionalmente.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Matemática Discreta y Lógica
- Autómatas, Computabilidad y Complejidad
- Estructuras de Datos y Algoritmos
- Lenguajes de Programación

II) Áreas de Formación Básico-Tecnológica y Técnicas de Computación

Fundamentos de Sistemas

Esta área de formación comprende conocimientos sobre el hardware que define la estructura de una computadora, el software que permite su operación y la conexión de sistemas computacionales, así como a conceptos fundamentales transversales a la construcción de estos sistemas. La comprensión de los fundamentos sobre los que se asientan los sistemas computacionales permite entender sus características, rendimiento e interacciones, y en particular el desarrollo de sistemas eficientes y seguros.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Arquitectura de Computadoras y Sistemas Operativos

- Comunicación de Datos y Redes de Computadoras
- Computación Paralela y Distribuida
- Principios de Seguridad Informática

Ingeniería de Software

Esta área de formación comprende fundamentos, metodologías y técnicas para desarrollar de manera efectiva y eficiente sistemas de software confiables que satisfagan las necesidades de los clientes y usuarios. Abarca todas las fases del ciclo de vida de un sistema de software, incluyendo la especificación de requisitos, análisis, diseño, implementación, verificación y validación, despliegue, operación, mantenimiento y evolución de un sistema de software. Se debe resaltar que los conceptos básicos de esta área de formación se reflejan en el desarrollo de proyectos, talleres y pasantías.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Técnicas de Modelado para el Análisis y Diseño de Sistemas
- Construcción, Mantenimiento y Evolución de Software
- Procesos de Desarrollo de Software
- Verificación y Validación de Software

Gestión de Datos e Información

Esta área de formación comprende fundamentos, técnicas y herramientas para la recuperación, modelado, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos. Además, comprende las técnicas y tecnologías que permiten crear y gestionar sistemas de información en las organizaciones.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Diseño Conceptual, Lógico y Físico de Bases de Datos Relacionales y No Relacionales
- Técnicas y Tecnologías de Procesamiento de Datos e Información
- Integración y Calidad de Datos
- Gestión de Sistemas de Información

Computación Aplicada

Esta área de formación comprende conocimientos básicos y técnicas vinculados al desarrollo de soluciones computacionales en el contexto de diferentes especialidades de la computación, o en la intersección entre la computación y otras disciplinas, lo que requiere además del sustento teórico de estas disciplinas.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Investigación de Operaciones
- Computación Gráfica
- Inteligencia Artificial y Robótica
- Bioinformática

Actividades Integradoras

Las actividades integradoras (talleres, proyectos y pasantías) constituyen una actividad indispensable en la formación a los efectos de poner en práctica los conocimientos teóricos y preparar al alumno en su integración al campo profesional. Serán realizadas en diferentes etapas de la carrera, con variada duración y complejidad, integrando áreas de conocimiento y desarrollando además la capacidad de comunicación. Además, será obligatoria la realización y defensa de un trabajo final de grado de carácter integrador.

III) Áreas de Formación Complementaria

Ingeniería Industrial

Esta área de formación comprende los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de sistemas de producción de bienes y servicios, lo que permite sensibilizar en las problemáticas vinculadas y conocer la existencia de metodologías sistemáticas para su abordaje. También es un área en donde se brindan herramientas sobre relaciones laborales y otros aspectos de la gestión empresarial.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Aspectos Legales y Éticos del Ejercicio de la Profesión
- Gestión de Proyectos, Productos y Empresas Informáticas
- Costos y Administración
- Gestión de Calidad

Ingeniería y Sociedad

Esta área de formación comprende una visión del entorno social, económico y ambiental en que se inserta la ingeniería, de los efectos de su acción sobre ese entorno y de herramientas para comprender y encarar los problemas existentes. Esta área contribuye también a analizar críticamente la situación social de los ingenieros como creadores, controladores y usuarios de tecnologías, dentro de su contexto profesional, y de su contribución a la mejora de las condiciones sociales y económicas del país.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Interacción entre Tecnología y Sociedad
- Economía
- Comunicación Profesional y Trabajo Grupal
- Actividades de Extensión Universitaria

3.4. Créditos mínimos de la titulación

Los créditos pueden obtenerse a través de la realización de actividades tales como cursos, pasantías, seminarios, tesinas y otras pertinentes, que deben cumplir con las condiciones que se exponen en esta sección.

3.4.1. Exigencias generales

Cada grupo y área de formación tiene un mínimo expresado en créditos que indica la formación mínima requerida. Además de los mínimos por áreas de formación, que se detalla más adelante, se deberá aprobar un mínimo de:

- 120 créditos en áreas de formación básica;
- 180 créditos en áreas de formación básico-tecnológica y técnicas de computación;
- 20 créditos en áreas de formación complementaria.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que no pertenezcan a ninguna de las áreas de formación señaladas en esta sección si son coherentes en contenido y en extensión con la formación de un egresado.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que pertenezcan a más de un área de formación. El aporte en créditos que esas unidades curriculares realicen a cada uno de las áreas involucradas será determinado en el ámbito de la Comisión de Carrera.

3.4.2. Exigencias específicas

En el Cuadro 1 se muestran los créditos mínimos a cumplir para los distintos grupos y áreas de formación del plan de estudios.

Cuadro 1: Créditos Mínimos del Plan de Estudios

Grupos de áreas de formación	Créditos mínimos por grupo	Áreas de formación	Créditos mínimos por área
Básica	120	Matemática y Ciencias Experimentales	50
		Fundamentos de la Computación	70
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	180	Fundamentos de Sistemas	30
		Ingeniería de Software	20
		Gestión de Datos e Información	10
		Computación Aplicada	20
		Actividades Integradoras	40
Complementaria	20	Ingeniería Industrial	0
		Ingeniería y Sociedad	0
Suma de mínimos	320		240

Los créditos mínimos del Grupo "Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación" son 180, la suma de los mínimos de cada área de formación dentro del grupo es 120. Para completar

los 180 créditos mínimos del grupo, el estudiante deberá completar los mínimos de cada área de formación y realizar unidades curriculares adicionales dentro del grupo teniendo en cuenta las exigencias correspondientes a su perfil de formación. Algo similar está dispuesto para los otros Grupos de Áreas de Formación.

3.4.3. Título Intermedio

Se otorgará un título intermedio cuyo perfil es el de un estudiante que ha completado requisitos mínimos de formación, con una cobertura amplia y coherente de las principales áreas científico-técnicas de la computación. Esta formación le permitirá desempeñar tareas técnicas formando parte de un equipo de trabajo y desarrollar posteriormente diferentes perfiles de formación.

Las condiciones académicas para recibir el título son reunir un mínimo de 270 créditos que incluyan los siguientes mínimos:

- un mínimo de 20 créditos en el área Matemática y Ciencias Experimentales
- un mínimo de 40 créditos en el área Fundamentos de Computación
- un mínimo de 20 créditos en el área Fundamentos de Sistemas
- un mínimo de 10 créditos en el área Ingeniería de Software
- un mínimo de 10 créditos en el área Gestión de Datos e Información
- un mínimo de 15 créditos en el área Actividades Integradoras

4. Orientaciones pedagógicas

En esta sección se describen las orientaciones educativas acerca de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que incorpora el Plan de Estudios.

La formación a impartir tiene en cuenta la teoría y la práctica, buscando articulación entre ellas de manera de lograr el desarrollo de habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado. Para esto se proponen instancias de coordinación entre el equipo docente con el fin de articular de forma efectiva los diversos aspectos del currículo: contenidos, actividades, formas de enseñanza y de evaluación.

Se utilizan diversas modalidades de enseñanza entre las que se encuentran: la modalidad presencial, semipresencial y a distancia. Las diversas actividades de enseñanza abarcan entre otras, clases magistrales, teóricos participativos, prácticos, trabajo en laboratorio, seminarios, pasantías, proyectos. Se busca orientar la enseñanza promoviendo la participación activa de los estudiantes. Esto implica incorporar al aula metodologías de enseñanza en las que el enfoque está centrado en la participación del estudiante. A través de las diversas modalidades se integra, cuando corresponde, la enseñanza con la investigación y la extensión en directa relación con la realidad social en la que está inserta la carrera. Se pretende promover el aprendizaje a través de la resolución de problemas concretos, tarea a realizarse principalmente en grupos de forma de estimular el trabajo en equipo, frecuente en la actividad profesional. Se busca el desarrollo del pensamiento crítico y de una conducta ética modelada a través

del accionar docente y de la Institución, de manera que sean aplicados en la resolución de problemas de ingeniería y al desarrollo de un compromiso con la sociedad.

En el diseño de cada programa de curso se seleccionan y jerarquizan los contenidos atendiendo a un equilibrio entre profundidad y extensión en el abordaje. Se incorporan diferentes tipos de contenidos a enseñar, que tengan en cuenta todos los aspectos de cada disciplina de estudio: el conceptual, el procedimental y el actitudinal. Esto lleva a desarrollar las metodologías de enseñanza y de evaluación que resulten adecuadas a cada tipo de contenido. La evaluación implica un doble propósito. Por un lado, la función formativa, durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por otro lado la función verificadora o acreditadora, al finalizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se habilitan diferentes modalidades e instrumentos de evaluación, generando los espacios adecuados para la retroalimentación como instancia integrada a la enseñanza y al aprendizaje. Los instrumentos se seleccionan según la pertinencia al tipo de contenido que se vaya a evaluar, diseñados con criterios de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

5. Organización de la Carrera

5.1. Comisión de Carrera

La Comisión de Carrera de la Carrera de Ingeniería en Computación es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Ingeniería en Computación. La integración y cometidos estarán de acuerdo con lo establecido en la OG-UdelaR, contando con un Director de Carrera, que será elegido por el Consejo.

5.2. Reglamentación del Plan de Estudios

El Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Computación tendrá una reglamentación que será aprobada por el Consejo. Esta abarcará los aspectos contemplados en la OG-UdelaR, además de los mecanismos de aprobación de los currículos individuales.

6. Perfil de ingreso

El Perfil de ingreso a partir de la enseñanza media será determinado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería de acuerdo al artículo 31 de la Ordenanza de Grado de la UdelaR. Otros tipos de ingresos se adaptarán a las reglamentaciones vigentes en la UdelaR.

Referencias

ACM. *Computing Curricula 2005 The Overview Report*. ACM and IEEE Computer Society, 2005. ISBN 1-59593-359-X.

ACM. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. ACM and IEEE Computer Society, 2013.

Apéndice A Ejemplo de Implementación

En esta sección se presenta una posible implementación del plan de estudios, basada en la oferta actual de unidades curriculares de la Facultad de Ingeniería y su potencial ubicación en las áreas de formación del nuevo plan de estudios. La implementación definitiva será definido formalmente a través de la reglamentación que será aprobada por el Consejo.

En el Cuadro 2 se muestra un resumen de los créditos definidos en el ejemplo de implementación, sin contar los créditos en optativas. Esto permite mostrar que se satisfacen los mínimos de las áreas de formación. Con esta implementación, quedan 125 créditos libres en unidades curriculares optativas, debiendo realizar al menos 11 crédito en unidades curriculares del Grupo “Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación” para cumplir con los mínimos de los grupos de áreas de formación.

Cuadro 2: Resumen del ejemplo de Implementación del Plan de Estudios

Grupos	Créditos mínimos por grupo	Áreas de formación	Créditos mínimos por área	Créditos ej. impl.
Básica	120	Matemática y Ciencias Experimentales (MCE)	50	64
		Fundamentos de la Computación (FC)	70	87
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	180	Fundamentos de Sistemas (FS)	30	36
		Ingeniería de Software (IS)	20	40
		Gestión de Datos e Información (GDI)	10	15
		Computación Aplicada (CA)	20	18
		Actividades Integradoras (AI)	40	60
Complementaria	20	Ingeniería Industrial (II)	0	10
		Ingeniería y Sociedad (IYS)	0	10
TOTAL	320		240	340

En el Cuadro 3 se muestra el detalle de dicha implementación con una trayectoria tentativa en semestres. Cabe aclarar que no todas las unidades curriculares de la implementación sugerida serán obligatorias para la obtención del título, por lo que existirán trayectorias alternativas y mayor flexibilidad curricular.

Las unidades curriculares optativas podrán conformar perfiles de formación que serán analizados y aprobados por la Comisión de Carrera. Dentro de los perfiles que es posible definir con la oferta existente actualmente, se encuentran: Computación Científica, Computación Confiable, Computación Gráfica, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Robótica, Investigación Operativa, Redes de Computadoras, Seguridad Informática, Sistemas de Información, Sistemas Empresariales, entre otros.

Cuadro 3: Ejemplo de Implementación de Ingeniería en Computación.

Semestre	Créditos	Área
Primer semestre	41	
Cálculo DIV	13	MCE
Geometría y Álgebra Lineal 1	9	MCE
Matemática Discreta 1	9	FC
Programación 1	10	FC
Segundo semestre	43	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Álgebra Lineal 2	9	MCE
Matemática Discreta 2	9	FC
Programación 2	12	FC
Tercer semestre	47	
Probabilidad y Estadística	10	MCE
Física 1	10	MCE
Lógica	12	FC
Programación 4	15	IS
Cuarto semestre	45	
Arquitectura de Computadoras	12	FS
Programación 3	15	FC
Economía	7	IYS
Métodos Numéricos	8	CA
Políticas Científicas en Inf. y Comp.	3	IYS
Quinto semestre	47	
Intro. a la Investigación de Operaciones	10	CA
Sistemas Operativos	12	FS
Teoría de Lenguajes	10	FC
Administración General para Ingenieros	5	II
Optativas	10	
Sexto semestre	47	
Fundamentos de Bases de Datos	15	GDI
Taller de Programación	15	AI
Redes de Computadoras	12	FS
Práctica de Administración para Ingenieros	5	II
Séptimo semestre	45	
Introducción a la Ingeniería de Software	10	IS
Prog. Funcional o Prog. Lógica	10	FC
Optativas	25	
Octavo semestre	45	
Proyecto de Ingeniería de Software	15	IS
Optativas	30	
Noveno semestre	45	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas	30	
Décimo semestre	45	
Proyecto de Grado (anual)	15	AI
Optativas	30	
TOTAL	450	

Plan de Estudios
Carrera de Licenciatura en Computación
(BORRADOR 29 de agosto de 2023)

Índice

1. Antecedentes y fundamentación	2
2. Generalidades	2
2.1. Objetivos generales de la formación de un licenciado	2
2.2. Perfil del egresado	3
2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación	4
3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios	5
3.1. Conceptos generales de todas las carreras de licenciatura	5
3.2. Áreas de formación	6
3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación	6
3.4. Créditos mínimos de la titulación	9
3.4.1. Exigencias generales	10
3.4.2. Exigencias específicas	10
3.4.3. Título Intermedio	11
4. Orientaciones pedagógicas	11
5. Organización de la Carrera	12
5.1. Comisión de Carrera	12
5.2. Reglamentación del Plan de Estudios	12
6. Perfil de ingreso	12
A. Ejemplo de Implementación	13

1. Antecedentes y fundamentación

El presente Plan de Estudios refleja la necesidad de mantener una titulación de grado de nivel de Licenciatura en el área de Computación y adecuarla al desarrollo actual de la ciencia y la tecnología, modificando contenidos e incorporando nuevos conceptos académicos e institucionales. Estos últimos son los formulados en la *Ordenanza de estudios de grado y otros programas de formación terciaria* de la Universidad de la República (OG-UdelaR), aprobada en fecha 30/08/11 por el Consejo Directivo Central de la UdelaR.

La actualización del plan de estudio está motivada por diversos factores: mejorar la articulación entre la carrera y una oferta creciente de carreras de grado que la consideran una alternativa curricular para egresados; la identificación de problemas en el plan e implementación vigentes del Plan 2012 y el interés de responder a necesidades actuales y futuras a 10 años de su creación, lo que impacta en una actualización y organización más sencilla y flexible de las áreas de conocimiento y sus contenidos; la diversificación de la oferta de posgrado y la necesidad de generar diversos perfiles de egreso.

2. Generalidades

2.1. Objetivos generales de la formación de un licenciado

El objetivo fundamental del presente Plan de Estudios es la formación de licenciados dotados de preparación suficiente para insertarse en el medio profesional y capacitados para seguir aprendiendo, acompañando la evolución científica, tecnológica y social, y perfeccionándose para abordar actividades más especializadas y complejas. Ello implica apuntar a preparar licenciados con una fuerte formación básica y básico-tecnológica. Por lo tanto, se hace énfasis en una sólida formación analítica, que permita una comprensión profunda de los objetos de trabajo. También es necesario desarrollar la metodología para realizar medidas y diagnósticos en forma rigurosa, así como la capacidad de formulación de modelos, que permitan interpretar la realidad para actuar sobre ella. Lo anteriormente descrito unido a una buena capacidad de síntesis, buscarán crear en el egresado una actitud creadora e innovadora.

Los egresados de este Plan de Estudios podrán integrarse al trabajo en equipo para la realización de tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa

Será en los estudios posteriores al grado, o a través de su propio trabajo, donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en las capacidades de sintetizar y crear, así como en el desarrollo de forma autónoma de tareas de ingeniería y la comprensión de la función social de la profesión y de los recursos naturales, incluyendo el trabajo. Para apoyar a la superación profesional la Facultad ofrecerá a sus egresados instancias de formación de grado complementarias, actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

2.2. Perfil del egresado

La Ingeniería se entiende como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base fisicomatemática, que con la técnica y el arte analizan, crean y desarrollan sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente y respetando los derechos de las personas.

En términos generales, la Computación es una familia de áreas de conocimiento relacionada con toda actividad que requiere, se beneficia o se asocia con la creación de computadoras (ACM, 2005). A los efectos de este plan de estudios, se considera la visión provista por el área de conocimiento denominada *Computer Science* (ACM, 2013), la cual 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.

El egresado de Licenciatura en Computación es un profesional universitario tendrá 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, adaptarse 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.

El egresado tendrá conocimientos, capacidades y actitudes para:

- 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.

Los estudiantes podrán fortalecer estas capacidades en áreas especializadas de actividad mediante la selección adecuada de unidades curriculares optativas. La Comisión de Carrera podrá sugerir conjuntos de unidades curriculares orientadas a definir perfiles específicos.

2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación

La unidad básica de medida de avance y finalización de la carrera es el crédito. Se define el crédito como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares que componen el Plan de Estudios, teniendo la formación previa necesaria. Se emplea un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil (según la OG-UdelaR), que comprende las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal.

El mínimo exigido en el Plan de Estudios es 360 créditos. El plan se estructura mediante actividades que se desarrollan en 4 años. Se prevé un avance de 90 créditos por año en promedio, considerando que el estudiante tiene una dedicación al estudio no menor a 40/45 horas semanales.

En la Sec. 3.2 se caracterizan las grandes áreas temáticas en las que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de la carrera de Licenciatura en Computación. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas.

Los currículos serán aprobados por la Comisión de Carrera (véase Sec. 5.1).

Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título son:

- Tener un currículum aprobado por la Comisión de Carrera;
- Cumplir los mínimos por áreas de formación y sus agrupamientos, según se establece en la tabla expresada en la Sec. 3.4.2;
- Reunir al menos 360 créditos.

3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios

3.1. Conceptos generales de todas las carreras de licenciatura

- a) Los cursos tienen normalmente una duración semestral. Puede haber cursos anuales cuando la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves o haya otros motivos fundados.
- b) El Plan de Estudios se organiza en áreas de formación, entendidas cada una de ellas como un conjunto de conocimientos que, por su afinidad conceptual y metodológica, conforman una porción claramente identificable de los contenidos del Plan de Estudios de la Carrera. Pueden identificarse con áreas de conocimientos disciplinarios, áreas temáticas, experiencias de formación, etc. Las actividades integradoras, tales como proyectos o pasantías, son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. En toda área de formación existen contenidos a incorporar y habilidades o actitudes a adquirir. En cada área se buscará identificar ambas componentes. Las áreas de formación podrán clasificarse en grupos.
- c) Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares optativas y electivas, entendiendo por las mismas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, que componen el Plan de Estudios.
- d) El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera.
- e) El Consejo podrá revisar, cuando lo considere necesario, el número de créditos adjudicado a una unidad curricular. Esta revisión no podrá implicar la pérdida de créditos ya obtenidos.
- f) En la Sec. 3.2 y siguientes se especifican las áreas de formación que componen el presente Plan de Estudios, así como el número mínimo de créditos que deberá obtenerse en cada una de ellas y en sus diferentes agrupamientos.
- g) Las unidades curriculares referidas en 3.1 c) son elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos para cada área de formación y para cada grupo, de modo de constituir un conjunto que posea una profundidad y coherencia adecuadas. Esto se asegura mediante la aprobación del currículum correspondiente según la reglamentación que se menciona en la Sec. 5.2.
- h) Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería u otros órganos de la Universidad recomendados en la OG-UdelaR, o entre los ofrecidos por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que la reglamentación disponga.
- i) Los currículos son itinerarios de formación previstos en el diseño curricular que cumplen con la finalidad de brindar grados de autonomía a los estudiantes de acuerdo con sus intereses y necesidades de formación, que resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante ejemplos de implementación. Asimismo, se indicará, por los mecanismos que la reglamentación determine,

cuáles de las unidades curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículo.

- j) El currículo debe comprender unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad.
- k) Las actividades integradoras incluyen:
 - proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículo. Habrá un proyecto de fin de carrera o alternativa equivalente que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión;
 - pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional;
 - trabajos monográficos o constructivos, que, sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares;
 - actividades de extensión.

3.2. Áreas de formación

La carrera está formada por grupos de áreas de formación:

- **áreas de formación básica** que contemplan conocimientos básicos para el sustento de la computación y la evolución permanente de sus contenidos, en función de los avances científicos y tecnológicos;
- **áreas de formación básico-tecnológica y técnicas de computación** que contemplan conocimientos científicos y tecnológicos específicos de computación para la resolución de problemas y la construcción de sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades preestablecidas;
- **áreas de formación complementaria** que contemplan la puesta en práctica de la computación en el contexto social y económico en que ésta se desenvuelve, así como aspectos contemplados en el perfil de egreso que no estén en los contenidos de las otras áreas de formación.

3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación

A continuación, se enumeran las áreas de formación correspondientes al Plan de Estudios de Licenciatura en Computación, indicándose en cada caso ejemplos de los temas que comprenden.

I) Áreas de Formación Básica

Matemática y Ciencias Experimentales

Esta área de formación comprende conceptos básicos en matemática y ciencias experimentales, cumpliendo la función de introducir al estudiante en el razonamiento abstracto y aportarle herramientas básicas necesarias para el estudio de las distintas ramas de la computación.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Álgebra Lineal
- Cálculo Diferencial e Integral
- Probabilidad y Estadística
- Métodos Experimentales

Fundamentos de Computación

Esta área de formación comprende los conceptos teóricos fundamentales de la computación, siendo muchos de ellos conceptos matemáticos, así como los conocimientos básicos y prácticos referidos a la tarea de programar. Los fundamentos de la computación permiten comprender los límites de la computación, caracterizar soluciones, así como formalizar y modelar los problemas resolubles computacionalmente.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Matemática Discreta y Lógica
- Autómatas, Computabilidad y Complejidad
- Estructuras de Datos y Algoritmos
- Lenguajes de Programación

II) Áreas de Formación Básico-Tecnológica y Técnicas de Computación

Fundamentos de Sistemas

Esta área de formación comprende conocimientos sobre el hardware que define la estructura de una computadora, el software que permite su operación y la conexión de sistemas computacionales, así como a conceptos fundamentales transversales a la construcción de estos sistemas. La comprensión de los fundamentos sobre los que se asientan los sistemas computacionales permite entender sus características, rendimiento e interacciones, y en particular el desarrollo de sistemas eficientes y seguros.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Arquitectura de Computadoras y Sistemas Operativos
- Comunicación de Datos y Redes de Computadoras
- Computación Paralela y Distribuida
- Principios de Seguridad Informática

Ingeniería de Software

Esta área de formación comprende fundamentos, metodologías y técnicas para desarrollar de manera efectiva y eficiente sistemas de software confiables que satisfagan las necesidades de los clientes y usuarios. Abarca todas las fases del ciclo de vida de un sistema de software, incluyendo la especificación de requisitos, análisis, diseño, implementación, verificación y validación, despliegue, operación, mantenimiento y evolución de un sistema de software. Se debe resaltar que los conceptos básicos de esta área de formación se reflejan en el desarrollo de proyectos, talleres y pasantías.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Técnicas de Modelado para el Análisis y Diseño de Sistemas
- Construcción, Mantenimiento y Evolución de Software
- Procesos de Desarrollo de Software
- Verificación y Validación de Software

Gestión de Datos e Información

Esta área de formación comprende fundamentos, técnicas y herramientas para la recuperación, modelado, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos. Además, comprende las técnicas y tecnologías que permiten crear y gestionar sistemas de información en las organizaciones.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Diseño Conceptual, Lógico y Físico de Bases de Datos Relacionales y No Relacionales
- Técnicas y Tecnologías de Procesamiento de Datos e Información
- Integración y Calidad de Datos
- Gestión de Sistemas de Información

Computación Aplicada

Esta área de formación comprende conocimientos básicos y técnicas vinculados al desarrollo de soluciones computacionales en el contexto de diferentes especialidades de la computación, o en la intersección entre la computación y otras disciplinas, lo que requiere además del sustento teórico de estas disciplinas.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Investigación de Operaciones
- Computación Gráfica
- Inteligencia Artificial y Robótica
- Bioinformática

Actividades Integradoras

Las actividades integradoras (talleres, proyectos y pasantías) constituyen una actividad indispensable en la formación a los efectos de poner en práctica los conocimientos teóricos y preparar al alumno en su integración al campo profesional. Serán realizadas en diferentes etapas de la carrera, con variada duración y complejidad, integrando áreas de conocimiento y desarrollando además la capacidad de comunicación. Además, será obligatoria la realización y defensa de un trabajo final de grado de carácter integrador.

III) Áreas de Formación Complementaria

Ingeniería Industrial

Esta área de formación comprende los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de sistemas de producción de bienes y servicios, lo que permite sensibilizar en las problemáticas vinculadas y conocer la existencia de metodologías sistemáticas para su abordaje. También es un área en donde se brindan herramientas sobre relaciones laborales y otros aspectos de la gestión empresarial.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Aspectos Legales y Éticos del Ejercicio de la Profesión
- Gestión de Proyectos, Productos y Empresas Informáticas
- Costos y Administración
- Gestión de Calidad

Ingeniería y Sociedad

Esta área de formación comprende una visión del entorno social, económico y ambiental en que se inserta la ingeniería, de los efectos de su acción sobre ese entorno y de herramientas para comprender y encarar los problemas existentes. Esta área contribuye también a analizar críticamente la situación social de los licenciados como creadores, controladores y usuarios de tecnologías, dentro de su contexto profesional, y de su contribución a la mejora de las condiciones sociales y económicas del país.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Interacción entre Tecnología y Sociedad
- Economía
- Comunicación Profesional y Trabajo Grupal
- Actividades de Extensión Universitaria

3.4. Créditos mínimos de la titulación

Los créditos pueden obtenerse a través de la realización de actividades tales como cursos, pasantías, seminarios, tesinas y otras pertinentes, que deben cumplir con las condiciones que se exponen en esta sección.

3.4.1. Exigencias generales

Cada grupo y área de formación tiene un mínimo expresado en créditos que indica la formación mínima requerida. Además de los mínimos por áreas de formación, que se detalla más adelante, se deberá aprobar un mínimo de:

- 90 créditos en áreas de formación básica;
- 130 créditos en áreas de formación básico-tecnológica y técnicas de computación;

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que no pertenezcan a ninguna de las áreas de formación señaladas en esta sección si son coherentes en contenido y en extensión con la formación de un egresado.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que pertenezcan a más de un área de formación. El aporte en créditos que esas unidades curriculares realicen a cada una de las áreas involucradas será determinado en el ámbito de la Comisión de Carrera.

3.4.2. Exigencias específicas

En el Cuadro 1 se muestran los créditos mínimos a cumplir para los distintos grupos y áreas de formación del plan de estudios.

Cuadro 1: Créditos Mínimos del Plan de Estudios

Grupos de áreas de formación	Créditos mínimos por grupo	Áreas de formación	Créditos mínimos por área
Básica	90	Matemática y Ciencias Experimentales	30
		Fundamentos de la Computación	50
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	130	Fundamentos de Sistemas	30
		Ingeniería de Software	10
		Gestión de Datos e Información	10
		Computación Aplicada	0
		Actividades Integradoras	30
Complementaria	0	Ingeniería Industrial	0
		Ingeniería y Sociedad	0
Suma de mínimos	220		160

Los créditos mínimos del Grupo "Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación" son 130, la suma de los mínimos de cada área de formación dentro del grupo es 80. Para completar los 130 créditos mínimos del grupo, el estudiante deberá completar los mínimos de cada área de

formación y realizar unidades curriculares adicionales dentro del grupo teniendo en cuenta las exigencias correspondientes a su perfil de formación. Algo similar está dispuesto para los otros Grupos de Áreas de Formación.

3.4.3. Título Intermedio

Se otorgará un título intermedio cuyo perfil es el de un estudiante que ha completado requisitos mínimos de formación, con una cobertura amplia y coherente de las principales áreas científico-técnicas de la computación. Esta formación le permitirá desempeñar tareas técnicas formando parte de un equipo de trabajo y desarrollar posteriormente diferentes perfiles de formación.

Las condiciones académicas para recibir el título son reunir un mínimo de 270 créditos que incluyan los siguientes mínimos:

- un mínimo de 20 créditos en el área Matemática y Ciencias Experimentales
- un mínimo de 40 créditos en el área Fundamentos de Computación
- un mínimo de 20 créditos en el área Fundamentos de Sistemas
- un mínimo de 10 créditos en el área Ingeniería de Software
- un mínimo de 10 créditos en el área Gestión de Datos e Información
- un mínimo de 15 créditos en el área Actividades Integradoras

4. Orientaciones pedagógicas

En esta sección se describen las orientaciones educativas acerca de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que incorpora el Plan de Estudios.

La formación a impartir tiene en cuenta la teoría y la práctica, buscando articulación entre ellas de manera de lograr el desarrollo de habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado. Para esto se proponen instancias de coordinación entre el equipo docente con el fin de articular de forma efectiva los diversos aspectos del currículo: contenidos, actividades, formas de enseñanza y de evaluación.

Se utilizan diversas modalidades de enseñanza entre las que se encuentran: la modalidad presencial, semipresencial y a distancia. Las diversas actividades de enseñanza abarcan entre otras, clases magistrales, teóricos participativos, prácticos, trabajo en laboratorio, seminarios, pasantías, proyectos. Se busca orientar la enseñanza promoviendo la participación activa de los estudiantes. Esto implica incorporar al aula metodologías de enseñanza en las que el enfoque está centrado en la participación del estudiante. A través de las diversas modalidades se integra, cuando corresponde, la enseñanza con la investigación y la extensión en directa relación con la realidad social en la que está inserta la carrera. Se pretende promover el aprendizaje a través de la resolución de problemas concretos, tarea a realizarse principalmente en grupos de forma de estimular el trabajo en equipo, frecuente en la actividad profesional. Se busca el desarrollo del pensamiento crítico y de una conducta ética modelada a través

del accionar docente y de la Institución, de manera que sean aplicados en la resolución de problemas de ingeniería y al desarrollo de un compromiso con la sociedad.

En el diseño de cada programa de curso se seleccionan y jerarquizan los contenidos atendiendo a un equilibrio entre profundidad y extensión en el abordaje. Se incorporan diferentes tipos de contenidos a enseñar, que tengan en cuenta todos los aspectos de cada disciplina de estudio: el conceptual, el procedimental y el actitudinal. Esto lleva a desarrollar las metodologías de enseñanza y de evaluación que resulten adecuadas a cada tipo de contenido. La evaluación implica un doble propósito. Por un lado, la función formativa, durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por otro lado la función verificadora o acreditadora, al finalizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se habilitan diferentes modalidades e instrumentos de evaluación, generando los espacios adecuados para la retroalimentación como instancia integrada a la enseñanza y al aprendizaje. Los instrumentos se seleccionan según la pertinencia al tipo de contenido que se vaya a evaluar, diseñados con criterios de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

5. Organización de la Carrera

5.1. Comisión de Carrera

La Comisión de Carrera de la Carrera de Licenciatura en Computación es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Licenciatura en Computación. La integración y cometidos estarán de acuerdo con lo establecido en la OG-UdelaR, contando con un Director de Carrera, que será elegido por el Consejo.

5.2. Reglamentación del Plan de Estudios

El Plan de Estudios de la Carrera de Licenciatura en Computación tendrá una reglamentación que será aprobada por el Consejo. Ésta abarcará los aspectos contemplados en la OG-UdelaR, además de los mecanismos de aprobación de los currículos individuales.

6. Perfil de ingreso

El Perfil de ingreso a partir de la enseñanza media será determinado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería de acuerdo al artículo 31 de la Ordenanza de Grado de la UdelaR. Otros tipos de ingresos se adaptarán a las reglamentaciones vigentes en la UdelaR.

Referencias

ACM. *Computing Curricula 2005 The Overview Report*. ACM and IEEE Computer Society, 2005. ISBN 1-59593-359-X.

ACM. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. ACM and IEEE Computer Society, 2013.

Apéndice A Ejemplo de Implementación

En esta sección se presenta una posible implementación del plan de estudios, basada en la oferta actual de unidades curriculares de la Facultad de Ingeniería y su potencial ubicación en las áreas de formación del nuevo plan de estudios. La implementación definitiva será definido formalmente a través de la reglamentación que será aprobada por el Consejo.

En el Cuadro 2 se muestra un resumen de los créditos definidos en el ejemplo de implementación, sin contar los créditos en optativas. Esto permite mostrar que se satisfacen los mínimos de las áreas de formación. Con esta implementación, quedan 80 créditos libres en unidades curriculares optativas, debiendo realizar al menos 11 crédito en unidades curriculares del Grupo “Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación” para cumplir con los mínimos de los grupos de áreas de formación.

Cuadro 2: Resumen del ejemplo de Implementación del Plan de Estudios

Grupos	Créditos mínimos por grupo	Áreas de formación	Créditos mínimos por área	Créditos ej. impl.
Básica	90	Matemática y Ciencias Experimentales (MCE)	30	64
		Fundamentos de la Computación (FC)	50	77
Básico-Tecnológicas y Técnicas de Computación	130	Fundamentos de Sistemas (FS)	30	36
		Ingeniería de Software (IS)	10	15
		Gestión de Datos e Información (GDI)	10	15
		Computación Aplicada (CA)	0	18
		Actividades Integradoras (AI)	30	35
Complementaria	0	Ingeniería Industrial (II)	0	10
		Ingeniería y Sociedad (IYS)	0	10
TOTAL	220		160	280

En el Cuadro 3 se muestra el detalle de dicha implementación con una trayectoria tentativa en semestres. Cabe aclarar que no todas las unidades curriculares de la implementación sugerida serán obligatorias para la obtención del título, por lo que existirán trayectorias alternativas y mayor flexibilidad curricular.

Las unidades curriculares optativas podrán conformar perfiles de formación que serán analizados y aprobados por la Comisión de Carrera. Dentro de los perfiles que es posible definir con la oferta existente actualmente, se encuentran: Computación Científica, Computación Confiable, Computación Gráfica, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Robótica, Investigación Operativa, Redes de Computadoras, Seguridad Informática, Sistemas de Información, Sistemas Empresariales, entre otros.

Cuadro 3: Ejemplo de Implementación de Licenciatura en Computación.

Semestre	Créditos	Área
Primer semestre	41	
Cálculo DIV	13	MCE
Geometría y Álgebra Lineal 1	9	MCE
Matemática Discreta 1	9	FC
Programación 1	10	FC
Segundo semestre	43	
Cálculo DIVV	13	MCE
Geometría y Álgebra Lineal 2	9	MCE
Matemática Discreta 2	9	FC
Programación 2	12	FC
Tercer semestre	47	
Probabilidad y Estadística	10	MCE
Física 1	10	FCE
Lógica	12	FC
Programación 4	15	IS
Cuarto semestre	45	
Arquitectura de Computadoras	12	FS
Programación 3	15	FC
Economía	7	IYS
Métodos Numéricos	8	CA
Políticas Científicas en Inf. y Comp.	3	IYS
Quinto semestre	47	
Intro. a la Investigación de Operaciones	10	CA
Sistemas Operativos	12	FS
Teoría de Lenguajes	10	FC
Administración General para Ingenieros	5	II
Optativas	10	
Sexto semestre	47	
Fundamentos de Bases de Datos	15	GDI
Taller de Programación	15	AI
Redes de Computadoras	12	FS
Práctica de Administración para Ingenieros	5	II
Séptimo semestre	45	
Tesis de Licenciatura (anual)	10	AI
Optativas	35	
Octavo semestre	45	
Tesis de Licenciatura (anual)	10	AI
Optativas	35	
TOTAL	360	

	Expediente Nro. 060125-000011-23 Actuación 2	Oficina: COMISIONES - INGENIERIA Fecha Recibido: 05/09/2023 Estado: Reservado
--	---------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

TEXTO