

Carrera de Ingeniería Físico-Matemática.

Borrador plan de estudios

Contenido

1. Antecedentes y fundamentación.....	2
1.1 Situación en la Facultad de Ingeniería.....	2
1.2. Situación en la región y el mundo.....	3
2. Generalidades.....	3
2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero.	3
2.2. Denominación del título.....	5
2.3. Duración de la carrera y créditos mínimos de la titulación.....	5
2.4. Perfil del egresado.....	5
2.5. Descripción general del sistema de créditos.....	6
2.6. Relativo a la obtención del título.....	6
3. Descripción de la organización curricular del Plan.....	6
3.1. Conceptos generales a todas las carreras de ingeniería.....	6
3.2. Áreas de formación.....	8
3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación.....	9
3.3.1. Ciencias Básicas.....	9
3.3.1.1. Física.....	9
3.3.1.2. Matemática.....	9
3.3.1.3. Química.....	10
3.3.1.4. Biología.....	10
3.3.2. Ciencias de la Ingeniería.....	10
3.3.2.1. Modelado Físico-Matemático.....	10
3.3.2.2. Computación científica.....	10
3.3.3. Ingeniería aplicada.....	11
3.3.3.1. Área de formación tecnológica.....	11
3.3.3.2. Talleres.....	11
3.3.3.3. Pasantía.....	11
3.3.3.4. Proyecto final.....	12
3.3.4. Contenidos complementarios.....	12
3.3.4.1. Ingeniería y sociedad.....	12
3.3.4.2. Actividades complementarias.....	12
3.4. Créditos mínimos de la titulación.....	12
3.4.1. Exigencias generales.....	12
3.4.2. Exigencias específicas.....	13
4. Orientaciones pedagógicas.	13
4.1. Orientaciones generales (Art. 4 de la OG-UdelaR).....	13
4.2. Orientaciones particulares (Art. 5 de la OG-UdelaR).....	14
4.3. Orientaciones específicas.	15
5. Organización de la Carrera.....	16
5.1. Comisión de Carrera.....	16
5.2. Reglamentación del Plan de Estudios.....	17

1. Antecedentes y fundamentación

El objetivo del presente plan es llenar un vacío que se percibe en las ofertas de grado de la Facultad de Ingeniería (FING). El mismo surgió de conversaciones sostenidas inicialmente entre algunos integrantes del Instituto de Física, del Instituto de Matemática y Estadística Prof. Ing. Rafael Laguardia, y del Instituto de Computación de la FING. El objetivo planteado fue el de tomar como centro las Ciencias Básicas pero sin perder el aspecto aplicado a la Ingeniería de las mismas, en lugar de tomar como centro un área de la Ingeniería, y considerar los conocimientos y habilidades de las ciencias básicas relevantes para el área en cuestión. Esto a su vez, lo distingue de las carreras actuales de Física y Matemática de la Universidad, ya que el egresado tendrá una formación de Ingeniero, y por lo tanto un fuerte anclaje en la resolución de problemas reales complejos. De esta manera, esta carrera llena un hueco que refuerza los vínculos entre las Ciencias Básicas y las aplicaciones tecnológicas.

La definición de Ingeniería utilizada en la acreditación en el Mercosur es la siguiente. “La carrera de ingeniería se define como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base físico-matemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla 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 dan bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente.” Siendo indudablemente clara la base físico-matemática de la ingeniería, así como la búsqueda de excelencia que hace la Universidad, se entendió necesario emprender acciones que permitieran profundizar la formación de un ingeniero con esa especificidad.

1.1 Situación en la Facultad de Ingeniería.

El desarrollo de la tecnología se encuentra en no pocas oportunidades sujeto al desarrollo de las ciencias básicas, y recíprocamente; el desarrollo de la tecnología ha potenciado el desarrollo de las ciencias básicas en una simbiosis que es necesario fomentar para el desarrollo de la Ingeniería.

Es indudable que existen variados ejemplos muy ricos que muestran esta simbiosis. Sin embargo, paralelamente, es posible observar la ausencia de puentes importantes entre temas avanzados de las ciencias básicas (ciencias de materiales, optimización matemática, métodos numéricos, etc.) y las aplicaciones tecnológicas que se enseñan en la enseñanza de grado y posgrado de la Facultad. Esta situación se está revirtiendo, a nivel de posgrado, con la potenciación de la Maestría en Ingeniería Matemática y la creación de Posgrados en Ingeniería opción Física.

A nivel de grado, las ausencias de puentes entre temas avanzados de las ciencias básicas y aplicaciones tecnológicas no son obstáculo para que egresen (de las carreras tradicionales) ingenieros de calidad. Sin embargo, se entiende que es necesario que el sector productivo pueda contar con ingenieros que se caractericen por su fuerte formación básica, aunque más generalista en aspectos técnicos, de forma tal que dichos egresados puedan reconocer y resolver problemas que involucren diferentes áreas de la ingeniería.

Históricamente, los egresados de la Facultad de Ingeniería se han caracterizado por tener una fuerte formación básica y generalista. El tiempo ha transcurrido y los planes de estudio actuales contemplan una formación básica importante y suficiente para

enfrentar los requerimientos del sector productivo tradicional de nuestro país en diversas áreas específicas. Pero esa formación es necesariamente acotada en el tiempo y en número de créditos y resulta insuficiente para resolver problemas que surgen en un país que apunta a un desarrollo productivo sostenible.

Por un lado, si bien los nuevos planes de estudio actuales no establecen la separación entre el Ciclo Básico y el Ciclo Técnico, en los hechos, las unidades curriculares (ver 3.1 iv) con fuerte contenido básico y básico-tecnológico se encuentran esencialmente al inicio de las carreras y son continuadas por unidades curriculares técnicas que apuntan a la formación profesional en el ejercicio de la ingeniería. Es usual que estas unidades curriculares no dejen margen a la profundización en la formación básica. Si el estudiante está interesado en una fuerte formación básica orientada hacia las aplicaciones, deberá esperar a completarla, una vez que ha egresado, en un posgrado o curso de actualización. Entonces, por la vía de los hechos, la formación en temas básicos carece de la continuidad necesaria para cumplir el objetivo que se desea alcanzar con una profundización.

Por otro lado, hay ramas de las Ciencias Básicas que son esenciales para realizar trabajos más innovadores, y que aún no tienen el desarrollo deseado a nivel de grado en la Facultad de Ingeniería. Los currículos actuales no dejan lugar a unidades curriculares que en muchas situaciones son de gran importancia. Por ejemplo, las Ecuaciones en Derivadas Parciales, esenciales en algunos modelos de la Ingeniería, reciben actualmente un tratamiento teórico casi inexistente en las carreras de grado. No obstante el desarrollo de la informática, el curso de Métodos Numéricos ha disminuido sus contenidos en el transcurso del tiempo. Otra herramienta esencial para el modelado de la realidad es la Probabilidad y Estadística, de la que la Facultad ofrece un excelente curso, pero que debería poder ser profundizada con cursos adicionales en algunos currículos. La Optimización, Modelado y Simulación, Física Moderna, Física de Materiales, Matemática Discreta, Investigación Operativa, son áreas importantes para la ingeniería; muchas de ellas se ven en diferentes cursos en distintas carreras. Pero no constituyen, aún, un conjunto coherente que tenga como objetivo un perfil de egreso que apunte a la innovación tecnológica o a la identificación y resolución de problemas, promoviendo así la necesaria conexión entre las ciencias básicas y las aplicaciones tecnológicas.

1.2. Situación en la región y el mundo.

En distintas universidades de la región y el mundo es posible encontrar ciencias básicas aplicadas como objetivo central de carreras de grado y de posgrado (ver Anexo). Este camino se está siguiendo, en la región, y en carreras de grado en Bolivia, Brasil, Cuba, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú. Este hecho está más consolidado en países europeos o Estados Unidos (ver Anexo).

2. Generalidades

2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero.

El objetivo fundamental que persiguen los presentes Planes de Estudio es la formación de ingenieros dotados de una preparación suficiente para insertarse en el medio

profesional y capacitados para seguir aprendiendo y perfeccionándose (y así estar en condiciones de actuar en actividades más especializadas y complejas) y que egresen jóvenes de la Facultad.

El conocimiento en las diferentes ramas de la ingeniería se ha desarrollado en los últimos años en un grado tal que hoy resulta imposible pensar que en un lapso relativamente breve pueda ser razonablemente asimilado. Ello obliga a adoptar una estrategia que apunte a preparar ingenieros con una fuerte formación básica y básico-tecnológica, que los habilite a seguir aprendiendo durante su vida laboral.

Los objetivos de los Planes priorizan en los estudios de grado, por consiguiente, la adquisición de una fuerte formación analítica, que permita un profundo estudio de los objetos de trabajo, la realización rigurosa de medidas y diagnósticos y la formulación de modelos, así como una buena capacidad de síntesis y, como consecuencia del conjunto de la formación adquirida, una buena respuesta en el campo de la creatividad.

Los egresados de estos nuevos Planes 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 de sintetizar y crear. Será responsabilidad de cada uno el asumir la responsabilidad de cada tarea específica, en función de las capacidades adquiridas curricularmente, extracurricularmente, o en el desarrollo de su experiencia profesional.

Para coadyuvar a la superación profesional la Facultad ofrecerá a sus egresados instancias de actualización, especialización y formación de posgrado: las primeras para actualizar conocimientos, o completarlos y profundizarlos en un área específica; las de formación de posgrado, para complementar y fortalecer su capacidad de síntesis y creatividad en el área de ingeniería, lo que los habilitará para encarar problemas de mayor complejidad a nivel de las diferentes actividades de aquella.

Los Planes se estructuran con una duración nominal de cinco años. Dado el tiempo real que hoy insumen las carreras de ingeniería, es un objetivo central de estos Planes que una parte sustancial (del orden de la mitad) de los estudiantes que se dediquen integralmente a cumplir sus obligaciones curriculares, empleando para ello entre cuarenta y cuarenta y cinco horas semanales, con la preparación prevista en el documento “Perfil del estudiante al ingreso” (aprobado por el Consejo de Facultad el 29/9/03, resolución 1751), se reciba en un plazo no superior a seis años.

2.2. Denominación del título.

El egresado del presente plan de estudios obtendrá el título de Ingeniero Físico-Matemático.

2.3. Duración de la carrera y créditos mínimos de la titulación.

La duración de la formación del presente plan de estudios es de cinco años. Para obtener el título se requiere un mínimo de 450 créditos (ver 2.5).

2.4. Perfil del egresado.

El Ingeniero Físico-Matemático estará capacitado para analizar problemas, diseñar ensayos, construir modelos físico-matemáticos y realizar simulaciones computacionales con el fin de buscar soluciones a diversos problemas científicos y tecnológicos. También podrá ayudar a encontrar, especialmente dentro de grupos interdisciplinarios, la manera de generar productos más competitivos a través de la inclusión de nuevas tecnologías y de la innovación en los procesos de producción.

La carrera de Ingeniería Físico-Matemática es un nexo entre la Física y la Matemática y la Tecnología, que permitirá al profesional formado en ella a trabajar en empresas en que se requiera incluir tecnologías avanzadas en procesos industriales, o innovar mediante una utilización más profunda de las ciencias básicas en los procesos productivos. En particular, considera las nuevas áreas tecnológicas abiertas por los desarrollos recientes de la física moderna que en general no son considerados por las carreras de Ingeniería más tradicionales.

El egresado de la carrera de Ingeniero Físico-Matemático podrá integrarse a equipos multidisciplinarios, y trabajar en conjunto con los ingenieros egresados de las orientaciones más tradicionales, aportando un punto de vista más profundo sobre aspectos básicos y sobre algunas técnicas de modelado. Esto será posible pues, durante su formación, este ingeniero tendrá una formación en Matemática y Física más profunda que los ingenieros en otras ramas. Sin perjuicio que durante su carrera los aspectos tecnológicos se orienten a algún área de la Ingeniería (lo que le ofrece la manera de aplicar en sus estudios los aspectos básicos que reciba), el Ingeniero Físico-Matemático tendrá las herramientas para ser un profesional versátil, capaz de aplicar los conocimientos y habilidades de las que está provisto en distintas ramas de la Ingeniería.

Los problemas con que se enfrentará un ingeniero físico-matemático en su gran mayoría no estarán formulados inicialmente como problemas físicos o matemáticos. Luego, es necesario aunar una formación físico-matemática fuerte con conocimientos tecnológicos sobre lo que se está trabajando. Una clave en la formación de un ingeniero físico-matemático es la capacidad de interactuar, comprender, traducir.

El campo ocupacional de un egresado de esta carrera es muy amplio, pudiéndose encontrar lugares en donde se necesite utilizar tecnología de avanzada, como en la energía, en nuevas técnicas de transmisión de información, industria química y petroquímica, ingeniería de mercado, ciencias de los materiales, en general donde se necesite un mejoramiento y optimización de procesos, entre otras muchas posibilidades.

En los anexos se explicitan ejemplos de implementación.

2.5. Descripción general del sistema de créditos.

La unidad básica de medida de avance y finalización de la carrera será 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. Se empleará un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil, que comprenda las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal.

El mínimo exigido en el presente plan es un total de 450 créditos. Estos 450 créditos corresponden a una asignación aproximada de 45 créditos por semestre.

En 3. se caracterizan las grandes áreas temáticas en que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de la Carrera de Ingeniero Físico-Matemático. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas.

2.6. Relativo a la obtención del título.

Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título de Ingeniero Físico-Matemático son:

- Tener un currículum aprobado por el mecanismo que establezca la reglamentación del presente plan de estudios.
- Reunir los mínimos por área de formación y sus agrupamientos, según se establece anteriormente.
- Reunir un total de al menos 450 créditos.
- Haber aprobado el proyecto de fin de estudios.

3. Descripción de la organización curricular del Plan.

3.1. Conceptos generales a todas las carreras de ingeniería.

i. Los cursos tienen una duración como máximo “semestral”. Como excepción los cursos anuales pueden tener cabida en aquellos casos en que la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves.

ii. El Claustro de Facultad fijará metas en relación a los objetivos definidos en 2.1. e instrumentará mediciones que permitan evaluar los resultados de los Planes, de acuerdo a lo establecido en el Art. 30 de la OG-UdelaR.

iii. Los Planes de Estudio se organizan en “áreas de formación”, entendidas cada una de ellas como conjunto de conocimientos que por su afinidad conceptual, teórica 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 un tipo de área de formación que introducen al estudiante a las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Las áreas de formación podrán agruparse asimismo en grupos.

iv. Las áreas de formación comprenden diferentes “unidades curriculares”, entendiéndose por ellas las unidades básicas (asignatura, seminario, taller, pasantía, etc.) que componen el mapa curricular de un determinado plan de estudios, con acreditación específica y constancia en la escolaridad correspondiente.

v. El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a dictar cada año, a propuesta de los Institutos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera (ver 5.1). Las propuestas se harán de acuerdo a los Arts. 23 y 32 de la OG-UdelaR.

vi. 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.

vii. En 3. 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.

viii. Las unidades curriculares 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 currículo correspondiente por la reglamentación mencionada en 5.2.

ix. Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería u otras Facultades de la Universidad, o entre los dictados por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que el Consejo disponga.

x. 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 a sus intereses y necesidades de formación y resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante "currículos sugeridos" satisfactorios. Asimismo, por los mecanismos que el Consejo decida se indicará, con el asesoramiento de las Comisiones de Carreras correspondientes, cuáles de las unidades curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículo.

xi. El Consejo asegurará en las implementaciones que se aprueben el cumplimiento de los

siguientes criterios:

- que comprendan un mínimo de ciento sesenta créditos en unidades curriculares básicas o básico- tecnológicas (ver 4.3.2.) que cumplan las siguientes finalidades:
 - a) formar en el razonamiento abstracto;
 - b) dar una visión del mundo físico basado en estudios fenomenológicos y de modelización con herramientas matemáticas avanzadas;
 - c) proporcionar herramientas para la formación posterior del estudiante en las áreas de formación técnicas;
- que comprendan un mínimo de setenta créditos en Matemática;
- que (salvo para Ingeniería en Computación) comprendan un mínimo de setenta créditos en unidades curriculares modelístico-experimentales que cumplan con la finalidad b) antes señalada.

xii. El currículo comprende asimismo obligatoriamente unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad. Como transformador de la realidad el ingeniero debe ser consciente de las consecuencias de sus actos y en qué medida modifican la vida de todos, y su conducta ética debe jerarquizar especialmente estos valores.

xiii Las actividades integradoras incluyen:

- proyectos en las que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades se ubican lo más tempranamente posible dentro del currículo;
- pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas por el Consejo de Facultad.;
- 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

xiv. Para las organizaciones de tipo semestral, habrá dos períodos de cursos de dieciséis semanas cada uno, ubicados en un año lectivo de cuarenta y seis semanas "útiles". Esta estructura podrá irse modificando para aumentar el peso que en la misma tengan los cursos, en la medida que las condiciones lo permitan. Con el mismo criterio, el Consejo podrá asimismo circunstancialmente operar otro tipo de modificaciones a la duración de los períodos de cursos y exámenes.

3.2. Áreas de formación.

La carrera está formada por un conjunto de áreas de formación. Se organizan en grupos:

- . Áreas de formación básica de Ingeniería (Matemática, Física, Química, Biología)
- . Áreas de formación de Ciencias de Ingeniería (Modelado Físico-Matemático, Computación científica).
- . Áreas de formación de Ingeniería aplicada (área de formación tecnológica, talleres, pasantía, proyecto).
- . Áreas de formación complementaria (Ingeniería y Sociedad, Actividades Integradoras Complementarias).

3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación.

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

3.3.1. Ciencias Básicas.

3.3.1.1. Física.

Tiene un primer objetivo formativo, desarrollando en el estudiante el pensamiento modelístico experimental, por el que se extrae de la realidad las características relevantes para el problema que se estudia, y se establecen relaciones cualitativas y cuantitativas entre ellas. Estas unidades curriculares ayudan a estructurar el pensamiento sintético y despertar la creatividad. El estudiante deberá comprender las posibilidades y limitaciones de los diferentes modelos físicos. Por otro lado, esos modelos no se agotan en sí mismos, sino que también se desarrollará el aspecto de su aplicación a problemas de ingeniería. Además de abarcar aspectos de la física clásica que están en la base de las restantes ingenierías en general, harán énfasis también en contenidos de física moderna, que darán al profesional los conceptos fundamentales que permitirán resolver problemas con alto contenido tecnológico.

Los cursos deberán brindar un núcleo de conocimientos sobre instrumentos de medida, estática, dinámica, oscilaciones, ondas, termodinámica clásica, electromagnetismo, física moderna, física estadística, física de los materiales. Deberán incluirse actividades de laboratorio, procurando que el estudiante obtenga una visión global de la relación entre la realidad y su modelización. En general, se pretende que un egresado de este programa tenga una formación en Física superior a las restantes ramas de Ingeniería.

3.3.1.2. Matemática.

Tiene un primer objetivo formativo: el razonamiento matemático, con sus características de abstracción, análisis y conceptualización es un buen modelo de un enfoque racional, que es esencial para enfrentar problemas de la Ingeniería Físico-Matemática. Estas unidades curriculares buscan desarrollar el pensamiento lógico y analítico, además de despertar la creatividad. Un segundo objetivo es instrumental: el manejo de las herramientas matemáticas que permitan, acompañadas con una cabal percepción del sentido físico de los fenómenos, modelar la realidad, expresando las relaciones entre los entes objeto de estudio en un lenguaje de uso universal, sintético y

con generalidad. Se buscará desarrollar la habilidad de implementación de los conceptos teóricos para la solución de problemas utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas.

Ejemplos de temas que podrán constituir estos cursos son los siguientes: cálculo diferencial e integral en funciones de una y de varias variables, ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, cálculo variacional, funciones analíticas, análisis vectorial, geometría y álgebra lineal, probabilidad y estadística, procesos estocásticos, matemática discreta, teoría de la medida, análisis numérico, optimización, investigación operativa. En general, se pretende que un egresado de este programa tenga una formación matemática superior a las restantes ramas de Ingeniería.

3.3.1.3. Química.

El objetivo es brindar los elementos necesarios para que el Ingeniero Físico-Matemático comprenda los fundamentos básicos de la Química General Inorgánica y Orgánica, la ciencia de materiales y opcionalmente la Físico-Química, que le permitan interpretar los fenómenos químicos involucrados en la producción tecnológica..

3.3.1.4. Biología.

El objetivo de esta área de formación es brindar conocimientos biológicos para su aplicación en la bioingeniería y la biotecnología, que se encuentran en constante desarrollo. En la medida que surgen aspectos de ingeniería más complejos en diseño de prótesis o equipamiento para sostener la vida, en el estudio de dinámica de poblaciones, en la transmisión de enfermedades, en la ecología, es que surge la necesidad de adquirir conocimientos básicos de ecología, antropología, etología, anatomía.

3.3.2. Ciencias de la Ingeniería.

3.3.2.1. Modelado Físico-Matemático.

El objetivo es presentar la forma en que los fenómenos naturales relevantes a la Ingeniería son modelados en formas aptas para su control y utilización en sistemas o procesos físicos. Dentro de estas unidades curriculares se incluyen también algunas aplicaciones matemáticas a procesos o sistemas informáticos y otras formas de modelado matemático necesarias para el diseño, control y optimización¹.

Ejemplos de contenidos que componen esta área de formación son los correspondientes a sistemas lineales, control, fenómenos de transporte de cantidad de movimiento, calor y masa.

3.3.2.2. Computación científica.

El objetivo de esta área de formación es lograr el manejo de las bases conceptuales y los conocimientos prácticos necesarios para la construcción de modelos y su resolución mediante técnicas simbólicas o numéricas utilizando computadoras para resolver problemas científicos y de ingeniería. Las herramientas utilizadas pueden resultar en soluciones exactas o aproximadas, con una precisión aceptable para el tratamiento del

¹Tomado de sistema arcu-sur-Criterios de calidad para la acreditación de carreras universitarias-titulación ingeniería.

objeto que se estudia.

Ejemplos de contenidos en esta área de formación son programación, análisis numérico, investigación operativa, optimización computacional, estadística computacional, computación de alto desempeño, arquitectura de sistemas, física computacional.

3.3.3. Ingeniería aplicada.

3.3.3.1. Área de formación tecnológica.

El objetivo de esta área de formación es presentar unidades curriculares de ingeniería necesarias para el trabajo profesional, propiciando la comprensión de los conceptos y técnicas correspondientes a la ingeniería. El centro de estas unidades curriculares está en los conocimientos técnicos, y si bien se utilizan conceptos aprehendidos en ciencias básicas, el aspecto de modelado físico-matemático es de menor índole que en las unidades curriculares correspondientes a ciencias de ingeniería.

Ejemplos de contenidos son Máquinas para fluidos, Motores de combustión interna.

3.3.3.2. Talleres.

En particular se buscará que los estudiantes tengan contacto temprano con problemas de Ingeniería Físico-Matemática en unidades curriculares que se implementen desde el primer año de la carrera (en lo posible en una modalidad de taller) con planteamientos de problemas abiertos, que motiven luego a la búsqueda de conocimientos más profundos, que permitan dar respuesta a nuevas interrogantes. Incluirá énfasis en introducción y práctica de métodos de comunicación escrita, oral y gráfica, a ser aplicados en esos mismos talleres. Debería incluir, en forma creciente con el avance de la carrera, actividades creativas y de contacto con el sector productivo.

3.3.3.3. Pasantía.

Con las Pasantías el estudiante tendrá la posibilidad de un acercamiento previo al ámbito natural del ejercicio laboral (académico o profesional). Se hará hincapié en la inserción del estudiante en una organización y/o equipo, y la ubicación de su trabajo en el contexto global de la empresa, institución o laboratorio, y su cometido.

La Pasantía se prevé como una actividad práctica que suponga una dedicación de entre 300 y 500 horas (por ejemplo, 20 horas semanales durante 4 o 6 meses), en alguna Institución Pública o Privada, preferentemente industrial o de servicios, en la cual el estudiante desarrolle un trabajo práctico de aplicación que tenga relación con su formación curricular. Para esto, se propondrá (en lo posible el estudiante), una institución (empresa u organismo) y un plan de trabajo a satisfacción de un docente responsable, cuya ejecución será supervisada por ese mismo docente en coordinación con algún técnico responsable de la Institución o empresa donde se realice.

Concluirá en un informe final a entregar simultáneamente al docente responsable y a la Institución o empresa donde se desarrolló el trabajo.

3.3.3.4. Proyecto final.

Se trata del acercamiento del estudiante a la aplicación por medio de un único Proyecto Final, como trabajo multidisciplinario e integrador. Se realizará en grupos de no más de cuatro estudiantes. El tema tendrá coherencia con el conjunto de cursos elegidos por los integrantes del grupo y tendrá la supervisión de un conjunto no menor de tres docentes que estén vinculados por lo menos a tres áreas de formación diferentes que tengan relación con el Proyecto.

El proyecto será un trabajo de síntesis y estará constituido por una aplicación de la tecnología existente a nivel común de la actividad profesional a la fecha. No será un trabajo rutinario sino que se estimulará el enfoque de problemas nuevos para el estudiante. Se trata de que el estudiante maneje el tipo de información corriente en la especialidad que corresponde a la orientación elegida, y que el Proyecto integre esa información.

3.3.4. Contenidos complementarios.

3.3.4.1. Ingeniería y sociedad.

La finalidad de esta área de formación es dar al ingeniero una visión que le ayude a comprender el funcionamiento del entorno social, económico y del medio ambiente en que se inserta la ingeniería y los efectos de su acción sobre ese entorno. Aportará además el conocimiento de la existencia de otras herramientas para comprender y encarar estos problemas. Comprende temas como implicancias sociales y ambientales de la tecnología, sociología, economía.

3.3.4.2. Actividades complementarias.

Incluye actividades integradoras que no son parte de ninguna área de formación y que cubren aspectos no específicos de la Ingeniería Físico-Matemática. Su objetivo es la formación de habilidades auxiliares a la práctica profesional. Comprenden actividades de formación en áreas como expresión gráfica, escrita u oral, utilización de computadoras personales, trabajo en grupo.

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.

3.4.1. Exigencias generales.

Cada área de formación tiene un mínimo expresado en créditos que indica la formación mínima requerida.

La formación mínima en unidades curriculares modelístico-experimentales, requerida en el punto xi de la sección 3.1, se logra con unidades curriculares de las áreas

de formación Física, Química, Biología, Modelado Físico-Matemático, Computación Científica.

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 Ingeniero físico-matemático.

3.4.2. Exigencias específicas.

Se deberá cumplir con los siguientes créditos mínimos en las siguientes áreas:

Grupos de Áreas de Formación	Mínimos	Áreas de Formación	Mínimos	Suma de mínimos
Ciencias Básicas	200	Física	75	150
		Matemática	75	
		Química	0	
		Biología	0	
Ciencias de la Ingeniería	80	Modelado Físico-Matemático	20	70
		Computación Científica	50	
Ingeniería aplicada	120	Área de formación Tecnológica.	60	105
		Talleres	10	
		Pasantía	20	
		Proyecto	15	
Contenidos complementarios	12	Ingeniería y Sociedad	12	12
		Actividades Integradoras Complementarias	0	
Total Mínimo Grupos	412	Total Mínimo Áreas	337	337

4. Orientaciones pedagógicas.

4.1. Orientaciones generales (Art. 4 de la OG-UdelaR).

1. Los procesos de enseñanza y de aprendizaje deberán tener como centro la plena realización de la capacidad potencial, la creatividad y el desarrollo integral de cada estudiante y del conjunto de los mismos.

2. Los procesos de enseñanza estarán integrados con las funciones universitarias de extensión y de investigación, en las cuales el estudiante será sujeto activo. En extensión,

conocerá tempranamente en forma directa el medio específico en el cual se desarrolla el área de conocimiento elegida y participará en actividades de extensión debidamente integradas a la enseñanza. Por su parte en investigación, recibirá y analizará trabajos originales y sus resultados, y siempre que sea posible participará directamente en las actividades.

3. Las actividades de extensión y de investigación, adecuadamente orientadas y supervisadas por el grupo docente que corresponda, serán reconocidas en el sistema de créditos.

4. En su componente de responsabilidad social, la enseñanza deberá contribuir explícitamente a la formación ética de los futuros egresados, a su compromiso con la honestidad científica y la solidaridad con la sociedad que les dio la oportunidad de formarse como universitarios.

5. Todos los procesos de enseñanza y aprendizaje estarán dirigidos a obtener la más alta calidad en la interacción entre docentes y estudiantes y en el cumplimiento de las orientaciones aquí señaladas.

4.2. Orientaciones particulares (Art. 5 de la OG-UdelaR).

1. A efectos de promover la participación activa del estudiante como principal protagonista de su proceso educativo, la estrategia pedagógica central será promover la enseñanza activa, en donde se privilegien las experiencias en las cuales el estudiante, en forma individual o en grupos, se enfrente a la resolución de problemas, ejercite su iniciativa y su creatividad, adquiera el hábito de pensar con originalidad, la capacidad y el placer de estudiar en forma permanente y la habilidad de movilizar conocimientos específicos para resolver problemas nuevos y complejos.

2. Será también prioritaria la adecuada integración de la enseñanza teórica y la práctica, permitiendo una permanente articulación entre ambas y posibilitando el desarrollo de las habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado.

3. La evaluación de los aprendizajes cumplirá una función formativa a la vez que de verificación, prestando especial atención al desarrollo de las capacidades de autoevaluación requeridas en el nivel superior. Se emplearán modalidades e instrumentos diversos. La misma cumplirá principios básicos de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo a la mejora continua de los mismos.

4. Se contemplará la más amplia diversificación de modalidades organizativas y de uso de recursos a fin de contribuir a la igualdad de oportunidades educativas, garantizando su calidad.

5. Las formas organizativas podrán incluir cursos presenciales, semi-presenciales, virtuales u otros, horarios múltiples, así como el uso de recursos educativos variados.

6. En las diferentes modalidades de enseñanza teórica y práctica se estimulará, siempre que sea posible, aquellas que posibiliten el auto desarrollo del estudiante y el trabajo en grupos, que incluye una amplia variedad de actividades, tales como talleres, seminarios, laboratorios, pasantías, proyectos, tesinas y experiencias en la amplia gama de áreas del conocimiento que correspondan, donde grupos de estudiantes, con la oportuna orientación de los núcleos docentes, integran la enseñanza con la investigación y la extensión, en directa relación con un medio social específico.

4.3. Orientaciones específicas.

1. En la formación de un estudiante se reconocen varias dimensiones, como ser la adquisición de habilidades, la adquisición de contenidos, la extensión y profundidad de los mismos, la adquisición de actitudes.

1.1 Puesto que la potencialidad mayor que se busca es la aptitud del nuevo ingeniero para seguir aprendiendo, la adquisición de habilidades ocupa un lugar importante en su formación. Las habilidades que se buscan desarrollar incluyen entre otras las capacidades de analizar, sintetizar, proyectar, expresarse, y procesar, almacenar y recuperar información.

El egresado de la Facultad de Ingeniería tendrá que caracterizarse por su capacidad de adaptación a nuevas situaciones y tecnologías, y es por ello que las actividades de formación son prioritarias. Las actividades de tipo formativo se optimizan para lograr la máxima eficiencia educativa. En todos los casos se debe saber qué es lo que se está aplicando y cómo aplicarlo correctamente, aunque puedan no conocerse todos los desarrollos analíticos.

1.2 Se sobreentiende que adquisición de habilidades y de contenidos no son instancias separadas en la enseñanza, sino que una sirve a la otra. La necesidad de hacer opciones, indispensable si se pretende una duración real de la carrera, lleva sin embargo a procurar reducir al mínimo las actividades apuntadas fundamentalmente a la información. La inclusión de este tipo de actividades se justificará solamente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- tiene relación con problemas de gran importancia dentro de la orientación considerada;
- resulta imprescindible para actividades posteriores que a su vez son necesarias;
- siendo importante, resulta extremadamente dificultoso su aprendizaje autodidáctico.

1.3 Se busca asimismo lograr un adecuado equilibrio entre profundidad y extensión, que permita al egresado llegar a los grados de desarrollo del conocimiento necesarios para actuar adecuadamente a los niveles correspondientes, sin que eso implique especializarlo de tal modo que haga inviable o muy dificultosa su inserción en el mercado de trabajo, un mercado al que deberá integrarse sin perder por ello su capacidad de trabajar para

transformar la realidad.

1.4 Como transformador de la realidad el ingeniero debe ser consciente de las consecuencias de sus actos y en qué medida modifican la vida de todos, y su conducta ética debe jerarquizar especialmente estos valores.

2. La formación básica, así como la básico-tecnológica, en estos Planes de Estudio, apuntan fundamentalmente a las cuestiones del método científico y técnico, esencial para el abordaje de nuevos problemas. En áreas de formación como Física, Química y las básico-tecnológicas el énfasis está en el manejo y comprensión de modelos de la realidad. En Matemática, en cambio, lo fundamental se centra en desarrollar la capacidad de abstracción, en el método de análisis y en el conocimiento y comprensión de las herramientas necesarias para el estudio en ingeniería. La formación tecnológica, en cambio, tiene como objetivo en estos Planes el conocimiento de las técnicas necesarias para actuar en la profesión, en la rama y al nivel correspondientes. Estas actividades están intercaladas en los Planes, con una mayor cantidad de las del tipo básico al principio y una mayor proporción de las de tipo tecnológico al final.

3. Los Planes contemplan asimismo la necesidad de adquisición directa de experiencia por parte del estudiante. Por ello se incluyen en el currículo actividades de pasantía, reguladas de forma tal que tengan el suficiente interés científico o tecnológico y no se transformen en trabajos de rutina o extremadamente parciales, y que sirvan para ir insertando al futuro egresado en el mundo en el que deberá desempeñarse. Esto contribuirá a familiarizarlo con los métodos y procedimientos de la ingeniería y ayudará a sensibilizarlo sobre la importancia de los factores económicos y las cuestiones de gestión y sobre la compleja problemática de las relaciones humanas y laborales.

4. Los Planes no limitan la formación a lo estrictamente vinculado con la ingeniería, sino que incluyen disciplinas complementarias, que pretenden ampliar la visión del egresado hacia otros aspectos de la realidad, especialmente sociales, ambientales y económicos, que también formarán parte de su entorno laboral. Asimismo, se propenderá a facilitar abordajes multidisciplinarios y multiprofesionales en espacios controlados y contextos reales de prácticas.

5. La Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería será la encargada de cumplir con los cometidos señalados en los Art. 23 y 24 de la OG-UdelaR.

5. Organización de la Carrera.

5.1. Comisión de Carrera.

La Comisión de Carrera de la Carrera de Ingeniería Físico-Matemática es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Ingeniería Físico-Matemática. Su integración está determinada por la reglamentación establecida por el Consejo de la Facultad de Ingeniería mediante los mecanismos que establezca la OG-UdelaR. Contará con un Director de Carrera elegido por el Consejo de Facultad.

La Comisión de Carrera cumplirá las funciones establecidas en el Art. 22 de la OG-UdelaR, además de los cometidos que establezca la reglamentación de Facultad.

5.2. Reglamentación del Plan de Estudios.

El presente Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Físico-Matemática tendrá una Reglamentación que será aprobada por el Consejo de la Facultad de Ingeniería. La reglamentación abarcará los aspectos contemplados en el Art. 31 de la OG-UdelaR, además de los mecanismos de aprobación de los currículos individuales.