

Hacia una carrera de grado de Ingeniería Físico-Matemática

El objetivo del presente documento es presentar en una forma breve algunos lineamientos básicos para llenar un vacío que se percibe en las ofertas de grado de la Universidad. El mismo surge de conversaciones entre algunos integrantes del IF y del IMERL, a las que recientemente se han sumado integrantes del INCO. Se trata de poner en la mesa de Institutos y Facultad elementos para comenzar una discusión sobre la creación de una carrera de grado de Ingeniería Físico-Matemática, y en función de las ideas que surjan, continuar con una profundización y ajuste de la propuesta en el Claustro de la Facultad de Ingeniería, donde confluyen estudiantes, docentes y egresados con diferentes visiones y formaciones.

Antecedentes.

De acuerdo al documento “Dimensiones, componentes, criterios e indicadores para la acreditación Mercosur”, utilizado en el proceso de acreditación, “La ingeniería está definida como el conjunto de conocimientos científicos 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, entendemos que se hace necesario emprender acciones que permitan profundizar la formación de un ingeniero con esa especificidad.

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 comenzando a revertir, a nivel de posgrado, con la potenciación de la Maestría en Ingeniería Matemática y la propuesta de 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 caracterizaban 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 puede resultar 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 asignaturas con fuerte contenido básico y básico-tecnológico se encuentran esencialmente al inicio de las carreras y son continuadas por asignaturas técnicas que apuntan a la formación profesional en el ejercicio de la ingeniería. Es usual que estas asignaturas 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, entendemos que 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 asignaturas 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.

Situación en la región y el mundo.

En la Facultad de Ingeniería se hace ciencias básicas aplicadas. 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 anexo¹). Este camino se está siguiendo, en la región, y en carreras de grado, cuando menos en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México. En "The Society for Industrial and applied Mathematics (SIAM) Report on Mathematics in Industry" <http://www.siam.org/about/mii/report.php> aparecen referencias a las potencialidades y ventajas de contar con profesionales que puedan formar parte de un equipo que pueda aplicar en forma flexible diversas herramientas de cierta complejidad de las Ciencias Básicas a la resolución de problemas de Ingeniería que corresponden a áreas diversas.

¹ Los antecedentes relevados hasta el momento para carreras de grado, están en <http://www.fing.edu.uy/~enrich/ingmat/antecedentes0.doc> No se ha terminado el relevamiento, que se ha centrado mucho en la región y aún así no se ha terminado la búsqueda en la región. Hay algún otro material (Universidad Nacional de San Luis, Argentina) en <http://www.fing.edu.uy/~enrich/ingmat/antecedente1.0.pdf>, en <http://www.fing.edu.uy/~enrich/ingmat/antecedente1.1.mht>, y también en <http://www.fing.edu.uy/~enrich/ingmat/antecedente1.2.mht>.

Ideas hacia una propuesta.

Población Objetivo

La carrera está dirigida a estudiantes con interés en las ciencias básicas y que, a través de ellas, buscan la solución a diversos problemas de ingeniería en su relación con la ingeniería. Se diferencia de las carreras de Licenciatura en Física y Matemática que se dictan en la Facultad de Ciencias en el siguiente aspecto esencial: los conocimientos en ciencias básicas tienen el objetivo concreto de ser aplicados a la ingeniería.

Perfil del egresado

El egresado de esta carrera de grado estará especialmente capacitado para trabajar en empresas con una componente de innovación importante. Se piensa en empresas que (ya sea por el producto que manejan, o por los insumos que tienen) pretendan un desarrollo autónomo adecuado a sus necesidades, optimizando resultados. Se entiende que en muchas oportunidades, esa optimización depende de una comprensión y manejo importante de las ciencias básicas. Para ello, el estudiante deberá formarse en los métodos de formular, modelar y resolver problemas de diferentes áreas.

Apuntes sobre la currícula.

Si bien es necesario que la formación de los egresados de estas carreras esté vinculada con la resolución de problemas de ingeniería, no tendría necesariamente que estar atada a una de las ingenierías actualmente existentes, sino que su énfasis está puesto en las ciencias básicas con posibilidades de ser aplicadas en diversos problemas de variadas ramas de ingeniería.

En el área de la matemática se destaca la necesidad de profundizar en temas del análisis numérico, ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, la probabilidad y estadística, matemática discreta, etc.

En el área de la física, particularmente, los desarrollos de la física moderna (que en general no son considerados por las carreras de ingeniería más tradicionales) han abierto nuevas áreas tecnológicas. Abordar estas nuevas tecnologías será posible porque la formación en Matemáticas y Física básica de estos egresados será más profunda que la de los ingenieros en otras ramas.

Son también importantes en la formación del futuro egresado conocimientos de instrumentación, ciencia de los materiales, modelado matemático, simulación computacional, optimización matemática, etc. Estas herramientas encuentran aplicaciones en un listado interminable de situaciones en diversos campos: comunicaciones, mecánica de los fluidos, criptografía, sistemas eléctricos, diseño de elementos por medio de ingeniería asistida por computadora u otros medios.

Para ello, se ha comenzado a concebir una carrera flexible, con una formación básica importante pero que no se reduzca sólo a dicha formación, sino que también dé herramientas para aplicar los conocimientos de las ciencias básicas a aplicaciones de la ingeniería. Esas aplicaciones pueden estar asociadas a algunas carreras existentes en la actualidad, de manera que existan vasos comunicantes entre esta carrera y otras carreras de la Facultad. Pero también puede pensarse en que las aplicaciones de las ciencias básicas que encare el estudiante estén dirigidas a un área que no esté en el centro de ninguna de las carreras actuales de la Facultad.

En tal sentido se presenta a continuación un esbozo de currículo, organizada por grupos o áreas de conocimiento donde se especifica los créditos mínimos. Se trata de una primera aproximación hacia la concreción de la propuesta que puede servir de base para comenzar a concretar un plan de estudios con el perfil especificado. Para ello, creemos que es imprescindible involucrar a los diferentes institutos de la Facultad y a estudiantes y egresados de diferentes carreras y/o planes de estudio.

Grupos	CMin	Materia	CMin	Ejemplo de asignaturas
Actividades Integradoras	45	Talleres	10	
		Pasantías	20	
		Proyecto	15	
Ciencias de la Ingeniería	80	Modelado Matemático	20	Sistemas Lineales 1 y 2; Control, Instrumentación
Ciencias Sociales y Humanidades	20	Ciencias Sociales y Humanidades	20	Ciencia, Tecnología y Sociedad; Economía
Computación	60	Programación	20	Programación 1 y 2 Computación 1 y 2
		Análisis Numérico	20	Métodos Numéricos 1 y 2
		Investigación de Operaciones	10	Investigación Operativa; Optimización;
		Arquitectura de Sistemas	10	Arquitectura; HPC
Física	100	Física Básica	50	Química, Física 1, 2, 3; FisMod; Mec.Cuántica
		Física Aplicada	20	Mecánica de Fluidos; Física de los Materiales; Física Computacional
		Actividades de Laboratorio.	10	Física Exptal 1, 2; Inestabilidades en Fluidos; Laboratorio 3, Instrumentos de medidas
Matemática	100	Álgebra	15	Geometría y Álgebra 1 y 2, Matemática Discreta 1 y 2
		Análisis	50	Cálculo 1, 2 y 3, Ecuaciones Diferenciales, Ecuaciones en Derivadas Parciales, Funciones de variable compleja
		Probabilidad y Estadística	20	Probabilidad y Estadística, Procesos Estocásticos, Cálculo Estocástico.
		Otras	0	Introducción a la topología y el análisis funcional.
Total Grupos	405			

En el grupo “Ciencias de la Ingeniería” se han sugerido solamente un número de créditos mínimos en lo que se dio en llamar como materia “Modelado Matemático”, planteando a Sistemas Lineales y Control como ejemplo de asignaturas que, en su carácter específico dentro de la formación de un ingeniero eléctrico, tienen fuertes fundamentos matemáticos en temas de modelado y estudio de sistemas dinámicos.