

ESCUELA DE INGENIERÍA

# Universidad de Chile Nuevo Currículo de Ingeniería

A partir de 2007, los alumnos que ingresan al Plan Común de Ingeniería en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se encuentran con un nuevo Plan de Estudios y un número de innovaciones en los métodos de enseñanza y aprendizaje. Este artículo describe las razones del cambio y los lineamientos principales que lo guían y que inciden en el diseño de la carrera de Ingeniería Civil en Computación.

## INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile es la más antigua de su tipo en el país y es considerada una de las escuelas líderes. Los alumnos que ingresan a ella cada año se cuentan entre los mejores que produce la Enseñanza Media. Y los profesionales que egresan suelen desempeñarse exitosamente y ocupar posiciones destacadas en la industria.

Lo anterior parecería indicar que no hay motivos para plantear reformas profundas en la docencia de la Escuela, pero existen razones importantes que hacían necesario emprender esta tarea.

En primer lugar, toda escuela que aspire a ser líder o mantenerse como tal, debe necesariamente analizar su quehacer en busca de oportunidades para mejorar, dado el ambiente competitivo en que se desenvuelve, tanto a nivel nacional como también –crecientemente– internacional.

En segundo lugar, diversos análisis realizados al interior de la Facultad sugerían que había oportunidades importantes para mejorar la docencia y abordar de esta manera debilidades que se percibían en sus egresados. En particular, algunos de los temas en que había consenso que se necesitaba mejorar eran:

- Lograr un aprendizaje más profundo y duradero, robusteciendo la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos.



### Patricio Poblete

Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Profesor Titular, DCC, de la misma Universidad. Ph.D. (1982), M.Sc. (1977), Computer Science, University of Waterloo. ppoblete@dcc.uchile.cl

- Generar oportunidades tempranas de contacto con los problemas y métodos de la Ingeniería en forma práctica a través de proyectos, fomentando el desarrollo de la creatividad, la invención e innovación.
- Robustecer las habilidades personales e interpersonales de los estudiantes: comunicación, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo.

A fines de 2002, la Facultad aprobó el inicio de un trabajo de reforma docente que comenzó en 2003 a través de una Comisión de Desarrollo Docente designada para este efecto, con representantes de todos los departamentos, los alumnos y las organizaciones ligadas a la profesión. Esta Comisión trabajó durante varios años generando propuestas de reforma para el Plan Común, las licenciaturas y finalmente las especialidades. Y el nuevo Plan de Estudios así elaborado comenzó a aplicarse a partir de 2007, con los alumnos ingresados en dicho año.

El tiempo que tardó la elaboración y aprobación de esta propuesta de reforma sin duda excedió lo que se había planteado originalmente. Pero la Facultad entendió que una reforma como ésta debía ser bien analizada y ampliamente consensuada para que fuera real y no sólo formal. La tarea planteada resultó ser mucho más difícil que lo que se pensó en un principio. Sin embargo bastante más llena de oportunidades. En particular, desde ya muy al comienzo, la Comisión se dio cuenta que no bastaba sólo con cambiar los planes de estudios, sino que se debía llegar a impactar lo que ocurría en la sala de clases, entre el profesor y sus alumnos. Es decir, el tema de las metodologías docentes debía ser parte integrante de la propuesta de cambio.

## EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Al buscar si existían experiencias similares en el mundo, la Comisión se encontró rápidamente con que el tema de la reforma de la enseñanza de la Ingeniería era una materia que estaba siendo abordada en muchos lugares.

En Europa, la Declaración de Bolonia había puesto en marcha un amplio proceso de

revisión curricular en todo ese continente. Orientada en un comienzo a fomentar la movilidad de estudiantes y profesionales, dicha Declaración planteó redefinir la estructura de los estudios superiores de modo que, de manera universal, se empleara el esquema Bachelor-Master-Doctorado vigente en el mundo anglosajón y en numerosos países de Asia. Esto de inmediato forzó a muchos países a redefinir completamente sus planes de estudios y, junto con ellos, los programas de las asignaturas. Asimismo, la necesidad de poder certificar las habilidades adquiridas, algo necesario para la movilidad, hizo que en estos procesos de renovación curricular se adoptaran fuertemente los enfoques basados en competencias.

La experiencia europea es sin duda un referente fundamental a la hora de pensar en reformar una carrera universitaria. Y en nuestro caso ha tenido un impacto importante, especialmente en lo que se refiere a la estructura de grados académicos que plantea. Pero por otra parte, al tratarse de una obra en curso, no hay aún resultados observables que ayuden a evaluar los resultados finales. Esta es una de las razones por las cuales en nuestro análisis tuvieron mucho mayor impacto las experiencias de reforma norteamericanas.

En Estados Unidos, el cambio en los criterios de acreditación introducidos en ABET 2000[1], y sus criterios “a-k”, hizo que muchas escuelas debieran revisar sus planes de estudios y metodologías, y esto fue apoyado por la National Science Foundation al financiar un número de “coaliciones” para el mejoramiento de la enseñanza de la Ingeniería. De particular interés resultó la experiencia de la “Foundation Coalition”[2]. Esto mismo motivó también a la Franklin W. Olin Foundation a establecer el Franklin W. Olin College of Engineering[3], con la misión explícita de ser innovador en la enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería. Por su parte, escuelas tradicionales como MIT también estaban llevando a cabo procesos de innovación curricular importantes. De estos últimos tres fueron particularmente relevantes: primero, el trabajo pionero del profesor Woodie Flowers[4] en el desarrollo de la creatividad y capacidad de innovación de los estudiantes. Segundo, el cambio en la enseñanza de la Física materializado en las salas TEAL[5] (Technology Enabled Active Learning). Y tercero, el enfoque de rediseño curricular llamado CDIO[6], originado en el

Departamento de Ingeniería Aeronáutica y Aeroespacial de MIT y luego adoptado por un gran número de escuelas en todo el mundo.

Finalmente, en el ámbito de las metodologías de enseñanza y aprendizaje, resultó muy influyente para nosotros el trabajo del profesor Eric Mazur de Harvard, con su metodología de “peer instruction”[7] para el aprendizaje colaborativo en grandes salas de clases. Y del grupo ALE[8] (Active Learning in Engineering Education), que a través de conferencias anuales fomenta el uso de todos los métodos que involucren activamente a los estudiantes en su aprendizaje.

## EL PERFIL DEL EGRESADO

En la definición del perfil del egresado se buscó robustecer las fortalezas tradicionales de la Escuela, que incluyen una formación muy sólida en los fundamentos de la ciencia y las matemáticas, junto con abordar las áreas en que se había detectado que los egresados presentaban debilidades. El resultado fue un perfil en que se plantea el siguiente conjunto de logros para los estudiantes de la Facultad:

- Deben adquirir un fuerte dominio de las matemáticas y las ciencias básicas, y ser capaces de aplicar estos conocimientos en los cursos donde estos se requieren.
- Deben adquirir una fuerte formación en ciencias de la Ingeniería y tener dominio de la tecnología actual.
- Deben adquirir capacidad para diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos.
- Deben tener la capacidad de plantear y resolver problemas de Ingeniería, especialmente enfrentar problemas abiertos o que requieran un enfoque multidisciplinario.
- Deben desarrollar la capacidad de diseño en Ingeniería.
- A lo largo de todo el Plan de Estudios, deben cultivar y ejercitar la capacidad de autoaprendizaje y tomar conciencia de la importancia de mantener este hábito una vez egresados.
- Deben adquirir desde temprano la habilidad de trabajar en equipo, incluyendo aquellos multidisciplinarios.



- Deben adquirir la capacidad de comunicarse en forma efectiva, tanto oral como escrita, en castellano como en inglés. Es importante también que tengan capacidad de expresar sus ideas en forma gráfica. Debe haber cursos orientados específicamente a esta adquisición de competencias. Pero es fundamental que ellas se ejerciten a lo largo de todo el Plan de Estudios.
- Deben adquirir competencia en análisis económico y administración, independientemente de la especialidad que sigan.
- Deben reconocer la importancia de un comportamiento ético tanto en los estudios como en la posterior vida profesional, y actuar en consecuencia.

## LA METODOLOGÍA DOCENTE

Junto con el nuevo Plan de Estudios, la Escuela está realizando un esfuerzo importante por apoyar el uso de metodologías activas en su docencia.

Un ejemplo importante de esto es la nueva Sala Galileo para la enseñanza de la Física en primer año. Esta sala, inspirada en las salas TEAL de MIT, rompe la distinción tradicional entre cátedra y laboratorio y provee un ambiente adecuado para el aprendizaje colaborativo. En esta sala los alumnos, sentados en mesas circulares con nueve alumnos cada una, pueden recibir parte de una cátedra, y luego experimentar lo aprendido con “kits” disponibles en cada mesa, analizar los resultados usando herramientas como MATLAB, utilizar software de simulación y visualización, etc. Esto ha ido acompañado de una completa revisión de la pedagogía usada en este curso, y la experiencia obtenida en las primeras versiones de la cátedra se ha utilizado para mejorar las versiones posteriores.

Otro ejemplo de aprendizaje activo son las nuevas clases auxiliares de los cursos de matemáticas de primer semestre. En estas clases los estudiantes dejan de ser espectadores de un profesor auxiliar resolviendo problemas en la pizarra, y en lugar de eso deben involucrarse activamente en la resolución guiada de problemas, trabajando en equipos.

Estas, así como muchas otras innovaciones metodológicas que están poniendo en práctica nuestros profesores, requieren para tener éxito un apoyo de personal especializado en pedagogía, para lo cual se ha establecido un Área de Desarrollo Docente. Este grupo está encabezado por un profesor de Ingeniería, y cuenta con un staff experto en pedagogía (a nivel de Magíster en Educación). Su trabajo aborda desde el apoyo personalizado para académicos que lo requieran, hasta la organización de actividades grupales de desarrollo docente, tanto para profesores como para profesores auxiliares. Entre las actividades se destacan los talleres para académicos que se inician en la docencia, de aprendizaje basado en problemas y de manejo de la voz en la sala de clases.

En forma transversal a todo lo anterior, la Escuela ha adoptado masivamente la plataforma “U-Cursos”, desarrollada en la misma Facultad con importantes aportes de los mismos estudiantes, como la base tecnológica para su docencia. Gracias a “U-Cursos”, todas las cátedras disponen automáticamente de un sitio Web a través del cual el profesor y los alumnos pueden publicar material docente, comunicarse a través de mail y foros, entregar tareas, publicar notas y todas las demás actividades asociadas al funcionamiento de cada cátedra.

## LA DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

La duración, tanto nominal como efectiva de los estudios ha sido materia de bastante debate y preocupación. Las innovaciones docentes puestas en práctica por la Escuela van, entre otras cosas, orientadas a mejorar los indicadores de éxito académico de los estudiantes y acercar así la duración real a la nominal. Respecto de ésta última, la Facultad considera que la profundidad y amplitud que requiere la formación que entrega, incluyendo la exigencia de una memoria de título, requieren un número de años

gruesamente similar a los seis tradicionales en Chile. Reconociendo, sin embargo, que esto puede variar de una especialidad a otra, se estableció un rango entre once y doce semestres, teniendo cada departamento libertad para fijar la duración de su carrera dentro de estos márgenes.

Lo anterior permitió, por ejemplo, que el Departamento de Ciencias de la Computación diseñara su carrera de Ingeniería Civil en Computación con una duración total de once semestres, mientras otros departamentos se acercaron más a los doce semestres tradicionales.

Un importante tema pendiente, que debería ser abordado en el futuro cercano, es el de la relación entre el título de ingeniero y el grado de magíster (o máster). Después de Bolonia, el mundo de manera casi universal se ha orientado a utilizar los grados académicos de Bachelor, Máster y Doctorado como las medias de avance en la formación de una persona. En el caso europeo, se espera que el máster se alcance al cabo de cinco años (ya sea en un esquema “3+2” o “4+1”), así que es natural plantear la pregunta de si un ingeniero de nuestra Facultad, con una formación de cinco años y medio, o de seis, puede o no considerarse como equivalente a un máster.

## CONCLUSIONES

Después de un largo camino, nuestra Facultad avanza en la implantación de un nuevo Plan de Estudios asociado a una renovada metodología docente. Una de las conclusiones de este proceso es que este tipo de análisis no puede hacerse separado por grandes períodos de tiempo, sino debe constituirse en un proceso de mejoramiento continuo. En el par de años de vigencia del nuevo Plan ya podemos apreciar mejoras importantes. Pero si tenemos éxito en la consolidación de esta cultura de mejoramiento continuo, sin duda veremos en el futuro avances todavía más significativos. BITS

[1] ABET, Criteria for Accrediting Engineering Programs, <http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/05-06-EAC%20Criteria.pdf>

[2] <http://clte.asu.edu/active/main.htm>

[3] <http://www.olin.edu>

[4] <http://meche.mit.edu/people/faculty/index.html?id=26>

[5] <http://icampus.mit.edu/teal/>

[6] <http://www.cdio.org>

[7] <http://mazor-www.harvard.edu/research/detailspage.php?ed=1&rowid=8>

[8] <http://ale2009.ac.upc.edu/>