

Proyecto MECESUP UCH0403

Informe de la visita realizada a Toulouse, París y Boston.

Hector Augusto, Sergio Celis

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile

1. Introducción

Como parte de las actividades contempladas en el proyecto MECESUP UCH0403 “Renovación curricular en la enseñanza de la ingeniería en la Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile”, los autores asistieron al 7th ALE Internacional Workshop *Experience and Reflexion on Active Learning in Engineering Education*, que se realizó en INSA Tolouse (Francia), entre el 4 y 6 de Junio, y luego en el 3er Internacional CDIO Conference *Changing Contexts for Engineering Education*, realizada en el MIT Boston (Estados Unidos), entre el 11 y 14 de Junio. Además se realizaron sendas visitas a la École Centrale en Paris (Francia) y Olin College en Needham (Estados Unidos).

A partir de las actividades y conversaciones realizadas tanto en las visitas y conferencias, es posible señalar que los objetivos del viaje fueron plenamente cumplidos. Se conocieron y contrastaron diferentes experiencias de educación en ingeniería: nuevas metodologías, estrategias docentes, sistemas de apoyo a profesores, numerosos tipos de proyectos, infraestructura y tecnología para la docencia, visiones sobre las nuevas competencias requeridas para el ingeniero global, entre otras.

Este informe resume los aprendizajes, oportunidades y consejos obtenidos en el viaje, es por esta razón que se presenta a través de un agrupamiento temático en las secciones presentadas a continuación.

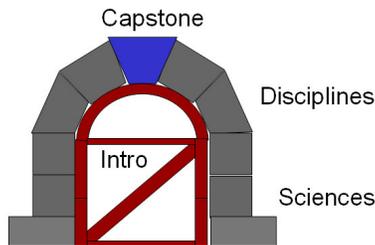


2. Cursos de Introducción a la Ingeniería en Primer Año.

Existe consenso en la importancia de aplicar cursos de introducción como una de las componentes fundamentales del diseño curricular¹. Estos cursos cumplen la función de motivar a los alumnos a estudiar ingeniería, entregando un conjunto de experiencias personales que permitan profundizar posteriormente ciertas habilidades requeridas en el ejercicio profesional. Además los cursos de introducción permiten un temprano acercamiento a la profesión y al sistema de trabajo.

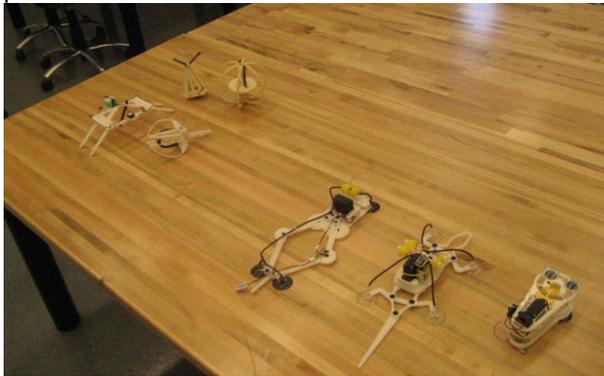
Los cursos introductorios son generalmente basados en proyectos, desarrollados por pequeños grupos (2-6 alumnos) con 1 profesor por cada 20-40 alumnos. En promedio consumen un 10% de dedicación de los estudiantes durante el primer año, con un 50% de este tiempo en trabajo práctico y sólo un 25% dedicado a clases lectivas (Cunningham, G. et al. "Comparison of First-Year Design-Implement Experiences, Their Assessment and Resources", Proceedings of the 3rd International CDIO Conference, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 11-14, 2007).

INTRODUCTORY COURSES



Los principales énfasis están en el trabajo en equipo, habilidades de comunicación (oral y escrita), razonamiento/resolución de problemas y descubrimiento del conocimiento-experiencia. La evaluación normalmente es polémica, dado el trabajo grupal se hace difícil reflejar con exactitud el aporte individual, lo que suele subsanarse aplicando evaluación de pares.

En el Franklin W. OLIN College of Engineering, Needham, Massachusetts EEUU mediante trabajo en proyectos se introduce a los nuevos alumnos en el trabajo en ingeniería y el estudio de las ciencias. Con aproximadamente 75 alumnos, un equipo de 3 profesores lleva a cabo proyectos simples, básicamente sistemas mecánicos desarrollados con el apoyo de equipos de punta.



¹ Sören Östlund and Kristina Edström, "Integrated Curriculum Design", KTH, Royal Institute of Technology, Stockholm

3. Estrategias de Enseñanza.

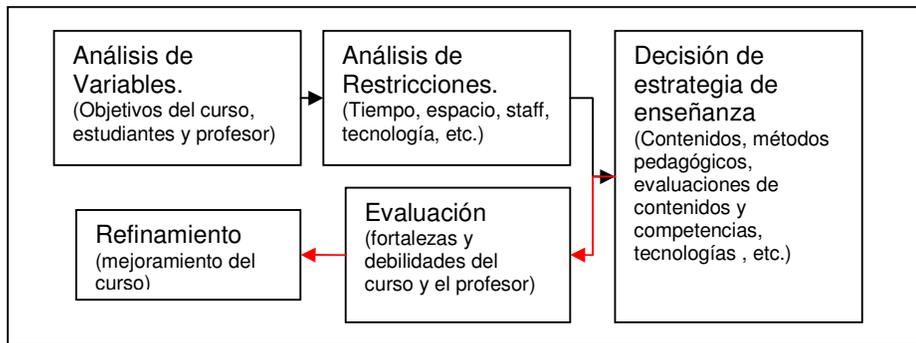
Un cambio curricular y la implementación de nuevas metodologías docentes requieren de un soporte continuo a los profesores que son los que finalmente diseñan y ejecutan las actividades y son los principales agentes del cambio. Un profesor que fue formado y ha ejercido por años un modelo tradicional de enseñanza difícilmente podrá implementar nuevas estrategias docentes sin nuevas herramientas y un eficiente soporte, si a esto le sumamos las presiones de investigación académica, mayor necesidad de reforzar la manera en que se imparte la docencia.

Desde siempre la capacidad de expresión verbal y no verbal ha sido un importante factor en la manera que el profesor enseña, hoy en día cuando las capacidades de comunicarse y relacionarse con otros es una competencia importante para cualquier profesional y en particular para ingenieros, es que el docente no solo está exigido en cuanto a su destreza comunicacional, sino también en cómo fomenta estas capacidad en sus estudiantes. En INSA, se participó en el taller **Lenguaje en Movimiento**, dirigido por las profesoras Susan Baines y Jackie McInley, profesoras de inglés y de teatro respectivamente, en el cual se participó en ejercicios teatrales de improvisación que buscan desarrollar capacidades de expresión y creatividad. Este taller se basó en un curso para estudiantes de ingeniería donde el objetivo es incrementar las capacidades de comunicación verbal y no verbal y el idioma inglés (como segunda lengua), siendo participe del taller y conversando con estudiantes del curso, se aprecia del valor de incorporar técnicas teatrales para incrementar las competencias comunicacionales y el entrenamiento de una segunda lengua. Es evidente que actividades como ésta podrían ser útiles para entregar técnicas de comunicación a los profesores para que mejoren su enseñanza.

Otra de las iniciativas que buscan incrementar la calidad de la docencia, apoyando a los docentes en sus estrategias pedagógicas son los centros de enseñanza y aprendizaje, en Boston se participó en una mesa de conversación dirigida por Lori Breslow, directora del Teaching a Learning Laboratory, éste centro – laboratorio, propone que la mejor estrategia pedagógica para un determinado curso depende del contexto y una serie de variables que tienen que ver con el estilo del profesor y la caracterización de los alumnos.

El modelo de desarrollo y definición de estrategias de enseñanza de la profesora Breslow, parte analizando 3 *variables*: el estilo y características del profesor, los objetivos y competencias a alcanzar en el curso, y la caracterización de los estudiantes (preparación previa, factores demográficos, motivaciones, actitudes, etc.). Luego se analizan las *restricciones*, que son el tiempo, espacio físico, tecnología disponible, staff de apoyo, etc., con el análisis de las variables y las restricciones, se debe tomar una *decisión* sobre la organización del curso, contenidos, métodos pedagógicos, tecnologías, etc., posteriormente se efectúa la *evaluación* de la estrategia seleccionada, sus

debilidades y fortalezas, en esta evaluación participan tanto el profesor como los estudiantes y si es el caso el equipo de apoyo, finalmente con esta evaluación se realiza el *refinamiento* o mejoramiento del curso.



Una temática recurrente tanto en ALE como en CDIO son los sistemas de evaluación, en especial aquellos que intentan medir competencias de complejidad mayor a los sistemas comunes que miden conocimiento o habilidades en la solución de problemas de contenidos específicos. Conocer o perfeccionar formas de medición del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería es una importante herramienta para los profesores. Uno de los expertos contactados en el tema de evaluación es el profesor Peter Gray, Director of Academic Assessment, United States Naval Academy. El profesor Gray señala que son dos las preguntas fundamentales que ponen en relieve la importancia de mejores sistemas de evaluación: ¿Cómo podemos saber que los estudiantes están logrando los objetivos de aprendizaje deseados? Y ¿Cómo podemos saber que nuestros programas de ingeniería son efectivos? Para contestar estas preguntas es necesario instalar un sistema de evaluación permanente, antes, durante y después de las actividades de instrucción. Una evaluación que permita evaluar aprendizajes de: habilidades personales e interpersonales; habilidades para construir procesos, productos y sistemas; y conocimiento disciplinario, tiene cuatro fases principales:

- Especificar los objetivos de aprendizaje.
- Alinear los métodos de evaluación con el currículo, objetivos de aprendizaje y métodos de enseñanza.
- Usar una variedad de métodos de evaluación para acumular evidencia de los logros del estudiante.
- Usar los resultados de la evaluación para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

4. Aprendizaje en Proyectos e Innovaciones Metodológicas.

El trabajo en proyectos permite, junto con desarrollar las competencias profesionales requeridas por cada especialidad, estimular habilidades en el trabajo en equipo, creatividad, liderazgo, trabajo multidisciplinario, etc. Además, enfrenta al alumno tempranamente a los problemas de la ingeniería: de

administración del tiempo, recursos y de implementación. En el viaje se conocieron diferentes experiencias de aprendizaje basado en proyectos y metodologías de enseñanza innovadoras. A continuación se describen brevemente algunas de ellas.

En Ciencias Básicas:

En INSA – Lyon se desarrolló el proyecto llamado “Science Café” con una sección de 20 alumnos que están en el final del segundo año. En grupos de 4 o 5 personas los alumnos preparan durante un semestre un tópico elegido por el profesor sobre la ciencia y la “vida real”, por ejemplo: “¿Cómo trabaja la comunidad científica?”, “Materiales para los deportes”, “La responsabilidad humana en el cambio climático” ¿El cocinar: es física o química?. Al final del semestre los grupos se enfrentan en un debate a partir de las perspectivas que han tomado en el periodo de documentación e investigación. La presentación y debate final es frente a 100 personas, profesores, invitados y alumnos. Luego de la presentación y debate final se comparte un cocktail donde predomina el café. El objetivo es que los alumnos se motiven con la ciencia y hagan vínculos con entre la ciencia y la sociedad, además de desarrollar habilidades de trabajo en equipos, argumentación y comunicación oral y escrita.

El profesor Christophe Rabut en INSA-Toulouse sostiene que se pueden realizar actividades colaborativas incluso en matemáticas y otros cursos activos. Los alumnos semana a semana estudian contenidos fuera del horario de clases, una vez a la semana se organizan en equipos debates o “brainstorming” para resolver problemas de índole matemático según el contenido estudiado previamente a la sesión.

Especialidades de Ingeniería:

En ALE se conocieron tres experiencias Latinoamericanas de proyectos o actividades colaborativas para el aprendizaje. La profesora Catalina Ramírez de Ingeniería Industrial de la Universidad de Los Andes, de Colombia, presentó un juego en base a las figuras del tangrama para aprender estrategias de comunicación organizacional.

Las profesoras Norma Roffe y Naoko Takeda del Instituto Tecnológico de Monterrey, presentaron dos iniciativas de aprendizaje basado en proyectos. La primera consistió en equipos de dos o tres alumnos que trabajan en conjunto con algún profesor en el desarrollo de alguna patente científica o tecnológica, hasta ahora ha sido una experiencia a pequeña escala pero exitosa con alumnos de ingeniería de últimos años. El segundo ejemplo de proyecto se enmarca dentro del curso de diseño industrial, en el cual los alumnos desarrollan proyectos reales que sean de necesidad para diferentes organizaciones sin fines de lucro que trabajan con niños, ancianos o personas discapacitadas, cada grupo apadrina una institución y desarrolla el proyecto, esto tiene la ventaja de que los alumnos se ven enfrentados a resolver una necesidad a un cliente específico que tiene expectativas sobre el producto.

Actividades Extracurriculares.

Una manera de acerca la ingeniería a los estudiantes es el desarrollo de proyectos extra curriculares, los cuales permiten, combinar la aplicación de la ingeniería con los hobby's e intereses de los estudiantes. Normalmente asociados con competencias que estimulan el trabajo en equipo, la creatividad y la innovación.



École Centrale des Arts et manufactures, Paris

Proveer a los estudiantes de espacio físico y recursos que les permitan desarrollar estos proyectos los acercan a la institución, crean vínculos y los incentiva a profundizar sus estudios.

En Boston se conoció la iniciativa Space Elevator llevada a cabo por estudiantes del MIT, los cuales durante varios semestres van reclutando nuevos miembros y trabajan en diseñar un elevador que transporte cargas a más de 100 metros mediante un sistema transmisor de energías. Ver en <http://mitset.mit.edu/information.php>

Otra experiencia, presentada en ALE, dirigida por estudiantes es el Board of European Students of Technology www.best.eu.org, organización que desde 1989 vincula a los estudiantes de programas tecnológicos en toda Europa, con el fin de expandir la cooperación entre ellos y una de sus principales acciones

es compartir las mejores prácticas de aprendizaje entre las diferentes universidades.

5. Infraestructura para la Docencia y el Aprendizaje.

Sala TEAL.

En un tour por las salas TEAL guiado por el profesor Peter Dourmashkin, se comentaron las cuatro cosas más importantes para concebir una sala de estas características a partir de los años de experiencia que tienen.

Los temas son, en orden decreciente de importancia:

1. Buena arquitectura e infraestructura. Se invirtieron aproximadamente US\$1,5 millones.
2. Entrenar a los profesores. Una sala así o con esos equipamientos requiere preparar a los profesores, que utilicen los recursos de la mejor manera para que entiendan que el cambio de espacio físico es un nuevo modo de entender la enseñanza. El profesor Dourmashkin enfatizó la importancia de este punto y el desafío que representa.
3. Crear un ambiente de aprendizaje. Esto es, antes de saber usar perfectamente la sala, hay que preparar a los estudiantes, ellos también tienen que trabajar distinto, (por ejemplo conseguir que todos trabajen, o no vean sus email a través del PC). Aquí el rol de los auxiliares es vital.
4. Seleccionar el material correcto. Cuando se tienen estos recursos y un aprendizaje activo, crece la tentación por mostrar muchas cosas, y hay riesgo de desfocalizarse.

Ambiente Universitarios

En muchos lugares la universidad se plantea como un lugar acogedor, que permite el desarrollo integral del estudiante.



Sala de estar MIT

En París los días jueves las actividades académicas se suspenden durante la tarde para el desarrollo de actividades deportivas y culturales



Finalización de las Actividades deportivas École Centrale des Arts et manufactures, Paris

Franklin W. OLIN College of Engineering

En la visita al Franklin W. OLIN College of Engineering, Needham, Massachussets EEUU, se comprobó que el aprendizaje basado en proyectos, es estimulado y apoyado con una novedosa infraestructura, desde salas especialmente diseñadas y acondicionadas para el trabajo de los estudiantes, con mesones de trabajo y módulos en techo con la alimentación eléctrica, para la comodidad y seguridad de los usuarios, hasta equipos de última tecnología para el desarrollo de los proyectos, como termo cortadores, para el moldeado de espuma plástica, cortadores Laser para fabricación de piezas en una diversidad de materiales y cortadores de chorro de agua para trabajo con metal.



Sala de taller en Franklin W. OLIN College of Engineering, Needham, Massachussets EEUU



WaterJet y Lasercutter W. OLIN College of Engineering, Needham, Massachussets EEUU



Equipos de apoyo a la docencia W. OLIN College of Engineering, Needham, Massachussets EEUU

6. Otros.

El estudiante de Hoy.

El estudiante actual, producto de los cambios socio-culturales de los últimos años, tiene un perfil que es importante considerar para el diseño curricular y, principalmente, en la elección de estrategias metodológicas.

Según el análisis, presentado por Susan M. Ambrose de la Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, realizado para estudiantes estadounidenses, pero claramente extrapolable a estudiantes chilenos, las generaciones actuales son fundamentalmente jóvenes “protegidos” y “conectados”, sus padres saben en todo momento donde ubicarlos, y viceversa, dependen del celular, para comunicarse con sus amigos y ante la más mínima dificultad con sus padres. Las familias se están orientando a centrarse en los hijos. Consecuente con esto tienen un gran respeto por la autoridad y dependencia de sus padres.

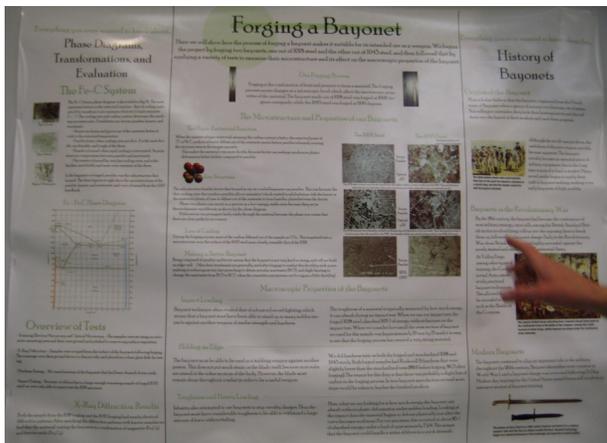
Estos jóvenes están muy orientados al trabajo en equipo, juegan en grupos, interconectados y con roles.

Valoran mucho la tolerancia y la diversidad, son consumistas y sienten la presión del medio, de sus padres, la organización de sus vidas y se refleja en su capacidad de organizar el tiempo. Esperan más de sus profesores, clases más activas, trabajo en equipo.

Historia e Ingeniería.

Dictar cursos donde se muestre la historia de la ingeniería, ya sea en cursos apartes o integrado con otros temas, puede servir para mostrar su participación en la construcción de la sociedad y así dar un rol al futuro profesional. Mostrar la importancia de la ética con el análisis de casos históricos.

Un programa CDIO debería asegurar que los estudiantes en el programa tienen un entendimiento claro de cómo la ingeniería y la sociedad están entrelazadas y de las responsabilidades éticas implicadas en la práctica de ingeniería. Los estudiantes también tienen que tener un entendimiento de cómo ellos, desarrollando un nuevo dispositivo o proceso, pueden aprender mucho de un estudio de cómo tales dispositivos o procesos han sido desarrollados en el pasado y de lo que dificultades operacionales han sido experimentadas con estos dispositivos y procesos.



Forja de Bayoneta, proyecto desarrollado en un curso de OLIN College

Una manera alternativa es plantear la historia como motivación para la investigación, por ejemplo de materiales utilizados en distintas épocas.

Lista de Personas Contactadas.

Nestor Arana Arexolaleiba
Professor Computer Science Department
Mondragon Unibertsitatea
narana@eps.mondragon.edu

Samuel Azasu
Director of Studies
Building end Real Estate Economics
KTH Vetenskap Och Konst
samuel.azasu@infra.kth.se

Henrik Blyt
Underviser, Bygge-og Anlægsdivisionen
University College, Vitus Bering Danmark
hbl@vitusbering.dk

Jean-Michel Gillet
Professeur
Laboratoire Structures, Propriétés et Modélisation des Solides.
École Centrale Paris.
gillet@spms.ecp.fr

Win Glansdorp
Docent & coördinator Aviation Engineering
Hogeschool van Amsterdam
w.glansdorp@hva.nl

Peter J. Gray
Director of Academic Assessment
United States Naval Academy
pgray@usna.edu

Ivan D'Haese
Ed.D. Centrale Asministratie
Hogeschool Gent
ivan.dhaese@hogent.be

William T.G. Litant
Communications Director
Massachusetts Institute of Technology
wlitant@mit.edu

Bradley A. Minch
Professor of Electrical and Computer Engineering
Franklin W. Olin College of Engineering
bradley.minch@olin.edu

Michael R. Nieweg
Onderwijskunding Adviseur
Educational Consultant
m.r.nieweg@hva.nl

Gill Pratt
Professor of Electrical and Computer Engineering
Franklin W. Olin College of Engineering
gill.pratt@olin.edu

María Catalina Ramírez
Profesora Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad de Los Andes de Colombia
mariaram@uniandes.edu.co

Norma Frida Roffe
Profesora Departamento Ciencias Computacionales
Tecnológico de Monterrey
nfroffe@itesm.mx

Juna Carlos Rolon
Professeur
Laboratoire d'Energétique Moléculaire et Macroscopique, Combustion
École Centrale Paris.
Juan_Carlos.Rolon@em2c.ecp.fr

Naoko Takaeda Toda
Profesor Departamento Diseño Industrial
Tecnológico de Monterrey
naoko@itesm.mx