

El nuevo currículo de ingeniería de la Universidad Católica de Louvain

Prof. E. Milgrom

Université catholique de Louvain
Facultad de Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Informática
Place Sainte Barbe, 2 B-1348 Louvain-la-Neuve, Bélgica
Email: em@info.ucl.ac.be

Desde septiembre de 2000, los estudiantes y el profesorado de la Facultad de Ingeniería de la *Université catholique de Louvain* toman parte en un currículo totalmente nuevo, que fue diseñado y puesto en práctica con el fin de lograr una serie de resultados específicos que no conseguía el enfoque tradicional. Este breve informe presenta los principios del nuevo currículo, sus características principales y algunos de los primeros resultados. Deberá tenerse en cuenta que el nuevo enfoque se introduce gradualmente, año tras año (de ningún modo podríamos haber cambiado en una sola etapa nuestros programas de estudios de 5 años por este nuevo enfoque): ahora estamos comenzando el cambio del segundo año. Aún queda mucho por hacer...

¿Por qué cambiar?

Los titulados superiores de la Facultad de Ingeniería de la UCL han demostrado su capacidad para triunfar en diversas esferas de las profesiones de ingeniería. ¿Por qué cambiar entonces un currículo que ha producido generaciones de titulados de "éxito"? Después de todo, había muy pocas quejas por parte de la industria sobre la pericia *técnica* de nuestros licenciados. A lo sumo, se podían oír muestras ocasionales pero recurrentes de insatisfacción respecto a un déficit de las llamadas "habilidades blandas": comunicación, liderazgo, capacidad de (auto)organización, capacidad para resolver conflictos humanos, capacidad para manejar satisfactoriamente limitaciones contradictorias, iniciativa empresarial, etc. Aun así, es justo decir que los empresarios de Bélgica no ejercieron una presión enorme sobre nosotros para que cambiáramos nuestro sistema en ningún aspecto importante. Por supuesto, muchos de estos empresarios han recibido una educación tradicional: ¿no se puede esperar realmente que se imaginen planes educativos muy diferentes!

Por otra parte, un sentimiento cada vez mayor de insatisfacción se había apoderado de gran parte de nuestro profesorado, por diversas razones bien conocidas: una baja motivación del estudiante (tal como nosotros lo percibimos), un índice de bajas vegetativas relativamente alto, dominio superficial del material del curso, un índice de retención bajo, pocas demostraciones de iniciativa o autonomía (hay algunas notables excepciones, por supuesto).

Abundan las anécdotas sobre la aparente falta de interés de nuestros alumnos, a pesar de los esfuerzos hechos por los profesores por presentar el material del curso de modos novedosos y – al menos desde sus puntos de vista– realmente interesantes.

Muchos de nosotros sentimos, bastante intuitivamente, que debería ser posible mejorar la eficacia general de los estudios de ingeniería sin sacrificar su calidad, si supiéramos cómo hacerlo, claro está.

Cómo lograr que se produzca el cambio en la educación

Aparte de los potenciales empleadores, hay tres componentes principales en cualquier comunidad docente: los profesores, los alumnos y el sistema educativo.

La mayoría de los políticos –y de los padres– parecen creer que los profesores son los únicos responsables de los resultados de la enseñanza. Los profesores, por otra parte, tienden a protestar por la poca calidad del material del alumno: es común insistir en el fracaso de la

enseñanza secundaria para producir estudiantes que sepan leer, escribir y pensar con una competencia simplemente adecuada.

2

Es bastante interesante advertir (pero está fuera del ámbito de este informe analizarlo) que se le presta muy poca atención –desde luego en la mayoría de universidades– a ese tercer componente fundamental: el *sistema educativo*. No es la menor de las paradojas el que, en instituciones que se enorgullecen de su capacidad para producir nuevos conocimientos a través de una investigación de vanguardia en muchos y diversos campos, se dedique tan poca atención a aplicar esta capacidad a un área de preocupación y actualidad diarias (por no mencionar la importancia de su financiación): la enseñanza. Por ello debemos estar profundamente agradecidos a esas valientes personas que investigaron enfoques novedosos de la enseñanza universitaria, y realmente osaron poner en práctica los frutos de sus investigaciones.

En otras palabras, cuando se replantea un currículo hoy día hay pocas excusas para no aprovechar el cuerpo de conocimiento cada vez mayor relacionado con la enseñanza universitaria.

El enfoque de ingeniería aplicado al diseño de sistemas educativos

Un sistema educativo es simplemente eso: un *sistema*. Como otros sistemas, trata de conseguir ciertos objetivos de maneras que deben ser tanto prácticas como eficaces. Aunque estuviera compuesto en su totalidad por componentes inmateriales, principios de organización, flujos de información y programas, dicho sistema debería diseñarse sistemáticamente, de acuerdo con prácticas sólidas, no improvisando a la carrera simplemente con buena voluntad e intuición. También debería ser posible explicar y justificar las principales elecciones que se hacen por razones distintas de la evolución histórica y sucesiones de compromisos entre facciones con opiniones rivales.

Nosotros estudiamos un sistema educativo como lo haríamos con cualquier tipo de sistema que deseáramos diseñar racionalmente (¡después de todo, somos una Facultad de Ingeniería!). El *proceso* que seguimos para diseñar el nuevo sistema educativo para los primeros años del currículo de ingeniería en la UCL está descrito en [Aguirre e.a., 2001]. Aquí, únicamente expondremos algunos de los aspectos importantes de los *resultados* de este proceso: las elecciones que hicimos y las decisiones que tomamos.

Objetivos, requisitos y limitaciones

Creemos que el diseño de un sistema educativo debería comenzar con la preparación de un exhaustivo listado de objetivos y limitaciones. Puesto que la meta de dicho sistema es educar a los estudiantes, los objetivos deberían estar relacionados con resultados relativos a dichos estudiantes.

Aunque parezca sorprendente (¿o quizás no?), estar de acuerdo en los **objetivos** de un sistema educativo nuevo es una de las partes más duras –pero más gratificantes– de todo el proceso. Se podría estar tentado a comenzar a partir de los objetivos de un currículo existente, pero éstos casi nunca se manifiestan explícitamente. En casi todos los casos que estudiamos, en el peor de ellos los objetivos estaban completamente ausentes; y en el mejor, se confundían con los índices: aportaciones totalmente confundidas con resultados. A continuación exponemos algunos ejemplos (muy simplificados) de objetivos que nos propusimos lograr:

- al final del primer año los estudiantes deberían ser capaces de utilizar provechosa y correctamente libros de texto en inglés;
- al final del primer año los estudiantes deberían ser capaces de leer, modificar y escribir programas Java sencillos manipulando estructuras de datos lineales;
- al final del primer trimestre los alumnos deberían ser capaces de modelar fenómenos físicos simples mediante ecuaciones diferenciales escalares y resolver estas ecuaciones en casos sencillos mediante métodos adecuados analíticos o numéricos;

- al final del segundo trimestre los estudiantes deberían ser capaces de predecir ciertas propiedades físicas de las moléculas basándose en su estructura;
- al final del primer año los alumnos deberían ser capaces de hacer una presentación oral articulada de su trabajo empleando medios técnicos adecuados;
- al final del primer año los estudiantes deberían ser capaces de trabajar de modo eficiente en grupos.

Observe que los dos últimos objetivos hacen referencia a capacidades o competencias no técnicas ("habilidades blandas").

Para preparar el listado de objetivos para nuestro primer año fueron necesarios varios meses y muchas reuniones, tanto en equipos disciplinarios como en sesiones de trabajo multidisciplinarias. Creemos que este primer paso es crucial para el éxito de todo el proceso: si

los miembros del cuerpo docente no comprenden ni están de acuerdo en una serie de objetivos comunes, hay pocas posibilidades de que se pueda construir jamás un sistema coherente. A la inversa, comprender y estar de acuerdo en una serie de objetivos comunes proporciona un marco de referencia muy necesario y produce una visión y meta compartidas muy fuertes entre las personas procedentes de diferentes disciplinas. Además, es obvio que un listado de objetivos es necesario para que se puedan evaluar correctamente los resultados, el trabajo, el rendimiento del estudiante (respecto a estos objetivos) y para evaluar la calidad del mismo sistema educativo.

En tanto que los objetivos están relacionados con los resultados del sistema educativo, a saber, mayores conocimientos y competencia entre los estudiantes, las **limitaciones** están relacionadas principalmente con los medios. A continuación exponemos unos cuantos ejemplos de limitaciones que identificamos:

- el coste del nuevo currículo para la institución no debería ser superior en más del 10% al coste del currículo actual (en estado fijo, no necesariamente durante la transición);
- los alumnos no deberían, como término medio, necesitar trabajar más de unas 40 horas semanales;
- los estudiantes no deberían tener que cambiar entre asignaturas (disciplinas) más de dos veces al día.

Aprendizaje, modelos de enseñanza, diseño de la enseñanza y puesta en práctica

Tal como se describe en [Aguirre 2001], pasamos por una fase en la que tratamos de comprender el aprendizaje en sí. Demasiado a menudo los profesores asumen implícitamente que el aprendizaje es lo que los alumnos hacen (o deberían hacer) cuando asisten a clase. Es obvio que hay muchas más teorías sobre el aprendizaje que sobre los campos electromagnéticos. Aun así, es necesario adoptar una teoría del aprendizaje a fin de proporcionar una referencia común para discutir temas y hacer elecciones motivadas. Sin una teoría sobre la que se esté de acuerdo, todo sirve o, dicho de otra manera, la intuición campa por sus respetos.

La teoría que resultó más atractiva para el grupo a cargo del diseño del nuevo currículo se llama **socioconstructivismo** (Jonnaert, Vander Borgh, 1999), que nosotros combinamos con la noción de **aprendizaje situado**. Brevemente explicado, este enfoque afirma que se adquieren nuevos conocimientos construyendo a partir de conocimientos previos y transformándolos (no mediante la simple transmisión y adquisición desde cero), que el aprendizaje funciona mejor en comunidades de estudiantes que interactúan entre sí, y que los contextos de la vida real promueven un aprendizaje eficaz.

Existen muchas maneras de organizar el aprendizaje en el marco de una teoría del aprendizaje dada: el siguiente paso del proceso requería que nos pusiéramos de acuerdo en un **modelo de**

enseñanza. Nuestra elección fue un aprendizaje activo, autodirigido, autoevaluado, en grupos pequeños, parcialmente dirigido por tutores y basado en **proyectos y problemas : ABP₂**, que es nuestra propia ejemplificación del principio del “aprendizaje basado en pequeños grupos”.

El **aprendizaje activo** es el principio central de este modelo: los estudiantes están continuamente expuestos a actividades que requieren una participación activa. Los **problemas** son diseñados y ejecutados de modo muy parecido al ya “clásico” ABP [Boud, Feletti, 1997]. Los **proyectos** son diferentes de los que a menudo nos encontramos en los currículos de ingeniería en el hecho de que constituyen un medio para *adquirir nuevos conocimientos y competencias*, no simplemente para demostrar la capacidad para aplicar aptitudes previamente adquiridas.

Los problemas y los proyectos están situados en contextos profesionales realistas: transmiten el ambiente que habrá en el tipo de situaciones que un ingeniero afrontará en su carrera profesional. Nuestra **mezcla de proyectos y problemas** es bastante única: muchas instituciones que practican enfoques de aprendizaje activo han optado más contundentemente por un aprendizaje basado en problemas o por un aprendizaje basado en proyectos. Nosotros creímos que ambos modelos dan muestras de fuertes cualidades, pero que su conjunción produciría aún mejores resultados en un currículo de ingeniería. Utilizamos los proyectos sobre todo para desarrollar enfoques interdisciplinarios y a más largo plazo (11 semanas), mientras que los problemas se emplean principalmente dentro de una sola disciplina y durante un periodo de tiempo más corto (1 semana). Nuestra hipótesis es que los problemas permiten a nuestros alumnos ahondar de un modo más controlado que los proyectos en temas disciplinarios, asegurando por tanto que no se les hecha un vistazo simplemente a temas esenciales.

4

En nuestro enfoque, el papel del profesorado se transforma totalmente: de profesores y ayudantes nos convertimos en **tutores y facilitadores**, papeles completamente nuevos para la mayoría de nosotros. De proporcionar respuestas cambiamos a formular preguntas, a guiar procesos, a indicar recursos y medios.

Los grupos (7 u 8 estudiantes en el caso de nuestros primeros dos años) se constituyen al azar al comienzo de cada trimestre. A cada grupo se le asigna una sala de reuniones totalmente equipada (ordenadores personales, libros) para la duración del trimestre (muchas salas de reuniones son compartidas entre 2 ó 3 grupos). Las reuniones se realizan de acuerdo con una serie de directrices, pero disponen de mucha libertad para organizar tanto el trabajo en grupo como el individual (siempre que **esté** organizado). Se proporcionan varias ocasiones para la evaluación del progreso y la reflexión sistemática sobre el proceso de aprendizaje de cada uno. De hecho, tratamos de hacer el proceso de aprendizaje lo más **explícito** posible, puesto que creemos que la toma de conciencia y la comprensión del propio aprendizaje es una condición necesaria para el éxito.

Algunos de los aspectos importantes de todos los problemas y proyectos se tratan durante las reuniones dirigidas por tutores; pero se lleva a cabo mucho trabajo y muy necesario de forma individual o en grupos sin la presencia de los tutores.

Merece la pena señalar que, en nuestro modelo, las clases no son el medio para "cubrir ampliamente el material de las asignaturas", sino más bien un medio de introducir rápidamente los puntos principales de un nuevo tema o de poner perspectiva y estructura en los conocimientos adquiridos durante el trabajo en grupo o individual.

Tuvimos que tomar muchas decisiones sobre temas tan diversos como la estructura del año académico (3 trimestres de 11 semanas cada uno, seguidos de 3 semanas de exámenes finales), la organización de un trimestre, la naturaleza y frecuencia de los procedimientos de evaluación, el trato de los estudiantes que no actuaran de acuerdo con las nuevas reglas, la distribución

física de las salas de los grupos (y su disponibilidad), los programas semanales, la contratación de tutores, la elección de los libros de texto, etc.

La semana normal de un estudiante ahora contiene entre 15 y 18 horas **programadas** de contacto con el entorno universitario (incluyendo de 4 a 6 horas de clases) comparada con las 22 a 24 horas del currículo anterior (incluyendo de 12 a 14 horas de clases). Mientras que en el sistema anterior un alumno podía enfrentarse con hasta 4 asignaturas diferentes en un solo día, esto se ha reducido a un máximo de 2 para favorecer periodos de concentración más largos en cada asignatura.

Otro de los principales esfuerzos resultó ser la formación del personal en los nuevos principios pedagógicos, en técnicas de tutelaje, en el diseño de proyectos, problemas, cursos y evaluaciones. Fuimos muy afortunados al poder contar con las sesiones de capacitación organizadas con la ayuda de los colegas de la Universidad de Aalborg y de la Universidad de Delaware, así como de nuestro Instituto para el Desarrollo Pedagógico, una ayuda que agradecemos profundamente.

Algunas conclusiones cualitativas y cuantitativas

El resultado más obvio que ya experimentamos tras unos cuantos meses de poner en marcha el nuevo currículo fue un cambio perceptible en el comportamiento de la mayoría de estudiantes: pasan muchas cosas durante cada hora del día (y a veces de la noche) en las salas de los grupos. Si no todo está dedicado al aprendizaje, la mayoría sí lo está: nuestros alumnos han pasado de un modelo bastante pasivo a uno definitivamente activo. En vez de empollarse su material en las pocas semanas antes de los exámenes finales, muchos de ellos han comprendido que es necesaria esa participación activa durante todo el año a fin de aumentar la comprensión de cada uno y, por lo tanto, sus posibilidades de éxito. Sin embargo, tuvimos que intervenir para recordarles a nuestros alumnos que el trabajo en grupo no es suficiente para el aprendizaje individual: a veces tendían a disfrutar sus reuniones a expensas del estudio. Otro cambio significativo que experimentamos es en la actitud: los estudiantes solían protestar por cualquier pequeño problema o molestia; desde el año pasado, se inclinan a hacerse cargo y a proponer soluciones cuando surgen motivos de queja. Las diversas evaluaciones organizadas durante los trimestres no nos dieron motivos ni para el triunfo ni para la desesperación: los resultados son normales, como siempre: después de todo, somos una institución de educación a gran escala, no de élite. Los exámenes finales se idearon (conjuntamente) para verificar si los objetivos asignados se habían cumplido (mucho menos para comprobar la capacidad de repetir los contenidos del curso): para la mayor parte, eran exámenes a libro abierto. Aunque nos decepcionaron un poco los resultados de los exámenes en sí (¿esperábamos realmente que se produjeran enormes milagros inmediatamente?), los resultados generales (que incluyen tanto la evaluación individual como en grupo del trabajo realizado durante el año) mostraron una evidente mejora respecto al pasado: el porcentaje global de aprobados tras la convocatoria de exámenes de junio fue de un 45% a un 54% y el porcentaje general de aprobados tras la convocatoria de septiembre subió del 70 % aproximadamente al 76 %.

No se han comunicado incidentes graves durante el primer año y varias encuestas entre los estudiantes muestran un nivel bastante alto de satisfacción (alrededor del 80% de ellos recomendaría el currículo revisado a amigos y familiares). Aun así, la experiencia del primer año nos ha hecho adaptar algunos aspectos del diseño para abordar diversas deficiencias. Por ejemplo, ahora tratamos de proporcionar autoevaluaciones tras muchos problemas para permitir a los estudiantes verificar su maestría real en el material pertinente. También nos esforzamos por lograr un aprendizaje más profundo: sentíamos que demasiados alumnos estaban satisfechos tan pronto como comprendían mínimamente los contenidos del curso. Uno de los resultados más inesperados, pero enormemente beneficioso, ha sido el elevado espíritu general de cooperación desarrollado entre los ciento y pico miembros del profesorado (incluyendo a

muchos tutores de alumnos) que tomaron parte en el nuevo currículo. Creemos que esto es una consecuencia del hecho de que nuestro esfuerzo ha movilizad y focalizado energías como sólo un proyecto verdaderamente colectivo puede hacer en una organización tan diversa como el cuerpo docente de una universidad. ¡El hecho de que la matriculación de estudiantes en nuestro primer año haya crecido un 15 % desde el año pasado sin duda alguna contribuye a hacernos creer que algo de lo que estamos haciendo debe estar bien!

Material de consulta

Aguirre, E., Jacqmot, C., Milgrom, E., Raucent,, B., Soucisse, A. and Vander Borcht, C. 2001: *Meeting the needs of our Stakeholders: Engineering a new Engineering Curriculum at UC Louvain*, Proceedings of the SEFI Annual Conference 2001, Copenhagen, September 12-14, 2001.

Boud, D. and Feletti, G (eds.) 1997: *The Challenge of Problem-Based Learning*, Kogan Page, London.

Jonnaert, P., Vander Borcht, C. 1999: *Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre de référence socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants*. De Boeck, Bruxelles.

Agradecimientos

Agradecemos al Área de Coordinación de Lenguas Extranjeras de la Universidad Politécnica de Valencia, su ayuda en la traducción de este artículo.