

Aprendizaje Basado en Problemas: Una experiencia interdisciplinar en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

Raquel Lacuesta, Carlos Catalán
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas
Escuela Universitaria Politécnica de Teruel
Universidad de Zaragoza
44003 Teruel
e-mail: {lacuesta,ccatalan}@unizar.es

Resumen

Un aspecto importante en la adaptación al espacio europeo de educación superior es el cambio de modelos basados en la enseñanza a modelos basados en el aprendizaje. Este trabajo presenta una experiencia sustentada en el método de aprendizaje basado en problemas, con un enfoque interdisciplinar y en la cual participan tres asignaturas.

1. Introducción

La vertiginosa rapidez con la que en los últimos años se producen los avances tecnológicos, especialmente en el sector de las tecnologías de la información y comunicaciones, hace cada vez más imprescindible que los profesionales actualicen de forma constante sus conocimientos. En esta línea los procesos de convergencia universitaria europea [8] [5] indican como un factor importante el que los titulados adquieran la capacidad de aprendizaje continuo (*lifelong learning*), o aprender a aprender. Para lograr tal fin está tomando importancia la necesidad de aplicar métodos docentes más centrados en el estudiante (aprendizaje) que en el profesor (enseñanza) [6] [14] [4]. Uno de estos métodos es el *aprendizaje basado en problemas* o *problem-based learning* (PBL)

1.1. Método PBL

Este método persigue que los alumnos tengan un rol más activo en su aprendizaje. En el modelo tradicional de enseñanza el profesor expone primero la información y posteriormente busca su aplicación en la resolución del problema. Por el contrario, en PBL se presenta el problema, se

identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema [7]. En este método tienen importancia tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes. Actualmente se considera que PBL puede ser uno de los métodos adecuados para los nuevos modelos de educación superior basados en el aprendizaje [20] [10] [7] [3].

Las primeras experiencias de este método se han dado en las ciencias biomédicas [2], posteriormente otras disciplinas, incluyendo la informática [9] [15] [18], han utilizado también PBL.

Según [2] puede definirse PBL como el aprendizaje que resulta del proceso de trabajar hacia el conocimiento de la resolución del problema. Las reglas de oro de PBL son [11]:

1. Los alumnos han de asumir la responsabilidad de sus propios aprendizajes.
2. Los problemas planteados han de ser intencionadamente poco estructurados y deben permitir interpretaciones libres.
3. Los aprendizajes no se han de dirigir hacia una súper especialización de los conocimientos, sino hacia un abanico de disciplinas o temas.
4. Lo que los alumnos asumen en las fases de estudio y de aprendizaje autónomo, ha de aplicarse posteriormente al problema práctico propuesto.
5. Es esencial efectuar una síntesis final de todo aquello que se ha aprendido durante el proceso de resolución del problema. Es necesario discutir qué conceptos o principios se han asumido bien, y cuales sería necesario reforzar, antes de iniciar el proceso de evaluación.
6. La evaluación y auto evaluación ha de llevarse a término al finalizar cada problema y en el

momento de acabar la unidad curricular completa.

7. La evaluación individualizada de los alumnos se realizará siempre midiéndola en función de los objetivos previamente propuestos.
8. Los temas y las actividades han de estar en todo momento conectadas con el mundo real, y aportar valores apreciados en los ámbitos sociales y profesionales.
9. El trabajo en equipo cooperativo, la colaboración para aprender y la autonomía responsables, han de ser tomadas como competencias clave esenciales en el trabajo.
10. El PBL han de constituir la base pedagógica del currículo y no solo una parte de la didáctica curricular.

A la vista de estos principios observamos que en PBL los alumnos deben asumir una mayor libertad de acción y responsabilidad. Igualmente la figura del profesor contrae un nuevo papel, encaminar al alumno en el proceso de aprendizaje. Debe ser un tutor que realice un papel *activador* más que *facilitador* [13] [7] [3] [4]. El éxito o el fracaso de PBL dependen en gran medida de la preparación y entrenamiento del profesor-tutor.

Creemos que PBL debería permitir desarrollar las cualidades profesionales que se demandan en el mundo actual: aprendizaje continuo, autonomía, trabajo en grupo, espíritu crítico, capacidad de comunicación y planificación [6] [16] [17] [10] [4].

2. Descripción de la experiencia

El objetivo principal ha sido realizar una primera experiencia de trabajo interdisciplinar basada en PBL. Existen diversas fuentes que abordan los aspectos prácticos de aplicación de este método docente, en nuestro caso hemos utilizado principalmente [13] [12] [7].

En la experiencia han participado tres profesores con sus respectivas asignaturas, todas ellas de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión: Bases de Datos II, Comercio Electrónico e Interfaces de Usuario. Estas asignaturas interactúan y se complementan de forma natural en el desempeño profesional de estos titulados. Las tres forman parte del segundo cuatrimestre del tercer curso de la titulación. El número total de alumnos implicados en la experiencia han sido veintiún alumnos. Se decidió

establecer grupos de trabajo de tres alumnos, siendo la formación de los grupos libre. Indicar que todos los alumnos no estaban matriculados en todas las asignaturas.

Una cuestión inicial fue explicar el nuevo método docente a los alumnos, de tal forma que éstos acostumbrados a una enseñanza tradicional pudiesen entenderlo y aceptarlo. Para ello, se intentó que los alumnos conocieran los objetivos perseguidos y los beneficios que se esperaban obtener.

Otro de los puntos iniciales a resolver fue cómo integrar la experiencia dentro de una organización de plan de estudios clásica, esto es, tres asignaturas que deben ser evaluadas con calificaciones separadas e individuales. Además, en la Universidad de Zaragoza existen tres convocatorias anuales de las cuales el alumno puede elegir dos. La solución adoptada consistió en definir adecuadamente en un proceso de negociación con cada grupo las diferentes partes del proyecto, asociándolas a las asignaturas; y las diferentes responsabilidades, asociándolas a las personas.

Se tuvo en cuenta que el proyecto propuesto cumpliera las características que debe tener un problema apropiado en PBL [13], a saber: debe ser relevante y de interés para los alumnos, tener objetivos y etapas claras, y ser complejo en el sentido de tener distintas soluciones y naturaleza interdisciplinar. Muchas situaciones reales del mundo profesional pueden reunir esas características. Nos planteamos aquí el caso de un supuesto cliente que encarga la realización de un sitio Web con un fin determinado.

Se decidió proponer varios proyectos posibles, debiendo elegir los grupos de trabajo uno de ellos. El hecho de estar todos relacionados con la programación Web los hacía atractivos para los alumnos, en concreto se propusieron:

- Tienda o Comercio virtual
- Revista o Periódico virtual
- Subasta electrónica

Los requisitos debían ser escogidos por el grupo: productos a vender, subastar o temas de la revista; tipos de usuarios/clientes y funcionalidad; aunque debían ser validados por el profesor representando éste el papel de cliente. Una vez definidos debían mantenerse a lo largo de todo el proyecto. Tenían que elegir también las

herramientas y tecnologías necesarias, esta elección debía estar fundamentada en las características que las hicieran óptimas para el desarrollo del proyecto. Así pues, los alumnos debían encontrar la solución a un problema planteado con distintas soluciones posibles, teniendo que asumir su propio aprendizaje en los aspectos o materias necesarias para ello, este último punto es la esencia del método PBL [11]. Los conocimientos a adquirir estaban relacionados con seguridad, protección de datos y normativas relacionadas; gestión de usuarios, productos o noticias; usabilidad y accesibilidad. Es decir, conocimientos objeto de interés de las asignaturas participantes: Comercio Electrónico, Bases de Datos II e Interfaces de Usuario. Se sugirió a los grupos que adoptaran un nombre de grupo y asignaran también un nombre al proyecto. Un dato relevante es que los aspectos básicos de gestión y planificación de proyectos son desarrollados en la asignatura Ingeniería de Software II cursada el cuatrimestre anterior.

Durante el cuatrimestre se planteó un plan de trabajo con varios hitos a cumplir, en cada uno debía entregarse una documentación que reflejara las acciones realizadas y los resultados obtenidos. Se pidió a los grupos adoptar un formato común en todos los documentos que contuviera al menos: autor, revisor, fecha, proyecto, asunto, versión. Muchos adoptaron el formato de documentación empleado en Ingeniería de Software II.

La documentación entregada fue revisada por los profesores notificando a los alumnos una valoración positiva o negativa sobre la marcha del proyecto, la valoración no acumulaba para la nota final. El único objetivo era aportar una evaluación formativa [19] que ayudara al desarrollo del proyecto. El plan de trabajo propuesto a los alumnos fue el siguiente:

- Entrega de la documentación referente al proyecto elegido y las responsabilidades de cada uno de los integrantes del grupo.
- Entrega de documentación y presentación pública de cada grupo de la especificación de requerimientos, la planificación del proyecto y las herramientas y tecnologías elegidas para el desarrollo con su correspondiente justificación.
- Entrega de documentación con el análisis, diseño preliminar y un prototipo.
- Entrega de la documentación final y presentación pública del proyecto.

Para cumplir este plan de trabajo los alumnos contaban con cuatro horas semanales por asignatura. Al principio del cuatrimestre los profesores emplearon algunas horas para aportar contenidos básicos, básicamente introducir la materia en cuestión y suministrar algunas fuentes de información. Pasado ese periodo los alumnos debían emplear su tiempo en: trabajo personal, reuniones grupales, entrevistas con los profesores y presentaciones públicas.

Respecto a la evaluación, cada alumno obtendría una nota individual por asignatura. Para llegar a ella se asignaba una calificación global al proyecto basada en el resultado final; modulada por la documentación final entregada, las presentaciones públicas y la adecuación a la planificación presentada. Esta nota podía variar posteriormente por alumno y asignatura al analizar los profesores el trabajo realizado por cada alumno en las materias donde su asignatura era competente.

Las funciones representadas por los profesores fueron las siguientes:

- Proponer el problema a resolver.
- Aportar inicialmente conocimientos básicos de las materias.
- Representar el papel del cliente que encarga el proyecto.
- Valorar críticamente la documentación entregada y las presentaciones públicas.
- Realizar entrevistas semanales con los siguientes objetivos: observar el correcto desarrollo de las diferentes fases de cada proyecto; comprobar el reparto de tareas dentro de los grupos; facilitar el aprendizaje de los alumnos a través del planteamiento de preguntas o alternativas, intentando que éstos encontraran por sí mismos posibles soluciones.

Para realizar estas funciones los profesores contaban con las cuatro horas semanales de docencia reglada y parte de las seis horas semanales de tutorías a que obliga nuestra Universidad, en este caso decimos parte porque los profesores imparten cada uno otra asignatura además de la que participa en la experiencia.

2.1. Resultados de la experiencia

Para poder valorar la experiencia se sometió a los alumnos a una encuesta al final del cuatrimestre, antes de la primera convocatoria. Así, los alumnos consideraban que las principales capacidades desarrolladas fueron el autoaprendizaje (84,1%), el trabajo en grupo (42,0 %) y la iniciativa (31,5 %). Un número significativo creía que no se disponía al principio de los conocimientos necesarios (63,1 %), siendo adquiridos durante el curso (42 %). Respecto del funcionamiento de los grupos se consideraba que las opiniones eran escuchadas (63,1 %) y todos los miembros participaban de forma constructiva (57,8 %). Por el contrario una amplia mayoría (78,9 %) requeriría una mayor ayuda por parte de los profesores. La falta de tiempo también fue indicada de forma clara (78,0 %). Finalmente un porcentaje amplio consideraba que el proyecto le había permitido integrar los conocimientos adquiridos durante la carrera (63,1 %), así como fomentado la discusión y el entendimiento del problema entre los miembros del grupo (42,0 %).

De los resultados se observa que PBL implica un esfuerzo mayor por parte de los alumnos, esto puede ser debido a la falta de costumbre de los alumnos y a estar habituados a trabajos más estructurados, con menos libertad de acción y responsabilidad. El cambio en la forma de tutorización fue entendido por algunos de los alumnos como un desentendimiento por parte de los profesores. Esto se comprueba en la demanda de una mayor ayuda. La forma de tutoría frustraba al alumno, el profesor únicamente pretendía aportar orientaciones, referencias o bibliografía, buscando que el propio alumno obtuviera las respuestas. Esta frustración es indicada también en otras experiencias similares [18]. Creemos que ese sentimiento debería disminuir con una mayor práctica de los profesores, y con un mayor uso de PBL a lo largo de los estudios.

No había un tutor concreto por grupo, los tres profesores se encargaban de tutorizar a todos los grupos. Como es lógico, es necesario que haya una buena coordinación entre ellos, ya que los alumnos en ocasiones tendían a preguntar repetidamente a todos los profesores sobre los mismos temas, buscando aquel que les facilitará más su labor. Las dudas referentes a los aspectos más técnicos de las materias eran resueltas en su caso por el profesor de la asignatura relacionada.

También se comprueba que los conocimientos aportados en anteriores asignaturas no estaban suficientemente asentados, o existía una falta de madurez para utilizarlos en avanzar en determinadas cuestiones. Creemos que los planes de estudio actuales pueden fomentar estas limitaciones, ya que en ocasiones los contenidos de una asignatura no se aplican en otras, ofreciendo una visión de las asignaturas como compartimentos cerrados.

Se apreció que los alumnos se angustiaban ante la idea de no poder realizar el proyecto. Creemos que esto se debió en parte a la necesidad de plasmar muchos de los conocimientos estudiados y sobre todo desarrollar nuevos por sí mismos. La mayoría de los alumnos vieron el proyecto como el primer trabajo de cierta magnitud que realizaban, lo que provocaba una natural inseguridad, estando además en juego tres asignaturas (un total de 18 créditos).

Otro de los problemas mencionados fue la falta de tiempo. En muchos de los grupos se retrasó especialmente al principio la realización del proyecto, bien por no estimar correctamente el tamaño del proyecto y realizar una mala programación temporal, bien por no cumplir la programación hecha. A pesar de eso los proyectos realizados consiguieron en general las expectativas planteadas (una media del 85 % de los alumnos superaron las asignaturas), aunque algunos de ellos no lo hicieran en la primera convocatoria posible. El hecho de que las asignaturas sean cuatrimestrales hace que haya poco tiempo de reacción si el grupo no lleva un ritmo de trabajo adecuado. En muchos grupos la finalización del proyecto mejoró la autoestima, viéndose recompensado el esfuerzo realizado.

Respecto del trabajo en grupo los resultados son positivos, en la mayoría de ellos el ambiente de trabajo fue bueno y eso queda reflejado en las respuestas.

3. Algunas consideraciones sobre la aplicación de PBL en proyectos interdisciplinares

Entendemos que sacar conclusiones definitivas de una primera experiencia en un campo puede ser aventurado. En cualquier caso sí queremos hacer algunas consideraciones.

En primer lugar creemos que el hecho de participar varias asignaturas en el mismo trabajo

hace más fácil la aplicación de PBL, ya que en una asignatura cuatrimestral puede que no haya el suficiente tiempo de abordar problemas complejos con la profundidad necesaria [1].

Uno de los aspectos más interesantes para los alumnos ha sido la integración de conocimientos. Creemos que se ha contribuido a dejar de ver las asignaturas y las materias que se imparten como mundos estancos, situación muy alejada de la realidad profesional, donde las cuestiones o situaciones planteadas son habitualmente de naturaleza interdisciplinar. En este sentido la experiencia realizada se convierte en un paso previo al proyecto final de carrera que en ocasiones se deja como la única experiencia de integración de materias.

PBL facilita a los alumnos ejercitar en muchos casos por primera vez el autoaprendizaje, el trabajo en grupo, la gestión del tiempo, la comunicación oral y escrita. Además, creemos que obliga, en mayor medida que la enseñanza tradicional, a repartir el trabajo durante todo el cuatrimestre liberándose de las habituales aperturas finales. Los alumnos también valoran la posibilidad de superar con un único trabajo varias asignaturas a la vez, y el aprovechar más su tiempo al disminuir la dispersión que normalmente produce cursar las asignaturas por separado. Además, pensamos, que con un adecuado reparto de responsabilidades los alumnos no tienen necesariamente que estar matriculados en todas las asignaturas. Una dificultad para éstos es la natural resistencia a todo cambio, así como la necesidad de trabajar desde el principio del cuatrimestre de manera constante.

Respecto de los profesores, estimamos, que es un buen paso en la adaptación de los métodos docentes a los nuevos tiempos. Igualmente es positivo el trabajo en grupo en tareas de docencia, muy importante si además una de las cosas que queremos enseñar a los alumnos es la capacidad de trabajo en grupo. Los buenos resultados académicos obtenidos, también animan, a tener una valoración positiva.

La carga de trabajo inicial es superior especialmente si no se tiene experiencia en el método PBL como ocurre en este caso. Una vez en marcha la asignatura la carga no es excesiva; pensemos que se emplean las horas de clase regladas, fijadas por el centro, y parte de las horas

de tutorías que normalmente en la enseñanza tradicional los alumnos infrutilizan.

Un factor muy importante es la coordinación de los profesores, especialmente si como es nuestro caso no hay un profesor-tutor por grupo. Los alumnos no deben encontrar incoherencias en las respuestas, orientaciones o exigencias. Para lograrlo es necesario realizar reuniones semanales para repasar uno a uno el desarrollo de los proyectos y el desempeño de los grupos.

Para próximas experiencias se estima realizar sesiones de trabajo un poco más largas de lo habitual (dos horas), el objeto es que los alumnos estén inmersos en el problema un tiempo mayor. Creemos que ello conllevaría un mayor acercamiento al mundo profesional, donde habitualmente no se salta a cada hora de una materia a otra. En este sentido, nuestras asignaturas actualmente tienen sesiones de prácticas de dos horas semanales por grupo de asignatura. Para próximas experiencias se piensa solicitar a la dirección del centro la adecuación de los horarios para poder realizar sesiones de forma continua, logrando así una única sesión semanal de seis horas por grupo de asignatura. Evidentemente no se pretende que los alumnos realicen una única tarea durante todo el tiempo, sino que se alternen reuniones grupales, trabajo individual y entrevistas con los profesores. Los profesores deberán programar un horario de actividades para cada una de las sesiones. Otro aspecto importante en este sentido son los espacios utilizados [13]. Para este tipo de experiencias pensamos que son muy útiles las aulas con mobiliario flexible, que nos permitan por ejemplo, realizar reuniones grupales; es importante indicar, que estimamos incorrecto que los alumnos celebren todas ellas en sus domicilios particulares. Lógicamente al ser necesario utilizar equipos informáticos en parte de las tareas, será imprescindible que, o bien las clases tengan ordenadores portátiles, o bien, el centro asigne simultáneamente, para dichos proyectos, salas con ordenadores y aulas lectivas, lo que puede ser una dificultad si el centro no dispone de recursos suficientes. En nuestro caso el centro nos proveyó de un aula con mesas móviles y a la vez de una sala con ordenadores, los que nos permitía trabajar en una u otra dependiendo de la característica de la actividad a realizar. Para un futuro el centro está pensando habilitar una nueva aula de este tipo

y dotar a las dos con equipos informáticos portátiles.

Es importante medir adecuadamente la carga de trabajo que llevan consigo los proyectos para no afectar a otras asignaturas. Puede pasar que los alumnos tiendan a centrarse tanto en éstos que olviden otras responsabilidades. A modo de ejemplo, en muchos casos, en la evaluación de requisitos realizada hubo que frenar las excesivas pretensiones iniciales que algunos de los grupos habían planteado.

También creemos adecuado que los alumnos sean conscientes de la importancia de las reuniones, por ello se les debe pedir convocatorias de cada reunión con un orden de día, así como actas de los asuntos tratados. Uno de los alumnos realizará el papel de secretario. Las convocatorias y las actas deben formar parte de la documentación entregada. Entendemos que los profesores pueden estar presentes en las reuniones grupales para observar como son llevadas a cabo, aunque ello pueda afectar a su desarrollo, puesto que el alumno podrá sentirse en algunos casos observado.

Finalmente respecto del tamaño de los grupos, en esta primera experiencia han estado compuestos por tres alumnos. Para próximas experiencias creemos más adecuado tener grupos de cuatro o cinco miembros. Además se asignará un nuevo papel de coordinador [20]; con la responsabilidad de integrar resultados, coordinar áreas y controlar la marcha del proyecto, esto debería mejorar el cumplimiento del plan de trabajo. Tanto la labor de secretario como la de coordinador serán elegidas libremente por los alumnos y contarán para la calificación final.

4. Conclusiones

Se ha desarrollado una primera experiencia interdisciplinar de PBL en el centro. Ésta ha partido del interés de varios profesores en utilizar métodos de aprendizaje que permitan abordar los nuevos retos de la formación universitaria.

Las dificultades surgidas han sido debidas principalmente a la falta de hábito en alumnos y profesores; la organización de nuestros planes de estudios actuales, con unas asignaturas compartimentadas y en muchos casos de duración cuatrimestral; y al sistema de convocatorias para la evaluación de nuestros alumnos.

Creemos que este momento, de inminente proceso de renovación completa de titulaciones y planes de estudio, es una buena oportunidad para realizar diseños curriculares que permitan emplear este tipo de métodos. En España ya existen experiencias de planes de estudio adaptados a PBL [1].

A pesar de las dificultades el resultado final ha sido satisfactorio y en estos momentos se está desarrollando la segunda experiencia en el actual curso 2003/2004. Este trabajo ha sido incluido dentro de la Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza del año 2003

Referencias

- [1] Alcober, J., Ruiz, S., Valero, M., *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003)*. XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vilanova i la Geltrú, julio 2003
- [2] Barrows, H.S., Tamblyn, R.M., *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York, Springer Publishing Company, 1980
- [3] Buck Institute for Education. *A overview of Project Based Learning*. 2002
<http://www.bie.org/pbl/>
- [4] Carriña, C., Ballester E., Coll C., García E., *Mitos y realidades de la innovación educativa*. XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vilanova i la Geltrú, julio 2003
- [5] Comunique of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education. *Towards the European Higher Education Area*. Praga, 19 de mayo 2001
- [6] Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. *La Declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España*. 8 de julio de 2002.
- [7] Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*
- [8] Joint declaration of the European Ministers of Education. *The European Higher Education Area*. Bolonia, 19 de junio 1999

- [9] Larsen, L.B., Andersen, S.K., Fink, F., Granum, E., *Teaching HCI to Engineering Students Using Problem Based Learning*. Interact Workshop of IFIP WG 13.1, Zurich (Suiza), septiembre 2003
- [10] Oliver, J., El futuro de la formación de los profesionales informáticos. IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. 2003
- [11] Problem-Based Learning Initiative. *Generic Problem-Based Learning Essentials*. http://www.pbli.org/pbl/generic_pbl.htm
- [12] Rodon, A., *Metodología del Caso y Aprendizaje Basado en Problemas*. Institut de Ciències d l'Educacio, Universitat Autònoma de Barcelona
- [13] San Diego State University, *The Learning Tree, Problem Based Learning*. <http://edweb.sdsu.edu/clrit/learningtree/Ltree.html>
- [14] Sánchez, F., Sancho, M., *Repercusiones el futuro espacio europeo de educación superior sobre las titulaciones universitarias de Informática en España*. IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. 2003
- [15] Striege, A., Rover, D.T., *Problem-Based Learning in an Introductory Computer Engineering Course*. 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston (USA), noviembre 2002
- [16] The American Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). <http://www.abet.org>
- [17] The Joint Task Force on Computing Curricula ACM/IEEE Computer Society, *Computing Curricula*. Diciembre 2001
- [18] Uden, L., Dix, A., *Life long learning for software engineers*. ICEUT 2000, IFIP World Computer Congress, Beijing (China), agosto 2000
- [19] Valero, M., Díaz, L.M., *Evaluación continuada a un coste razonable*. IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. 2003
- [20] Woods, D.R., Felder, R.M., Rugarcia, A., Stice, J.E., *The future of engineering education. Developing Critical Skills*. Chem. Engr. Education, 34(2), 108-117 (2000).