

Utilización de glosarios de Moodle para incentivar la participación y dedicación de los estudiantes

Alberto Abelló, Xavier Burgués
Dept d'Enginyeria de Serveis
i Sistemes d'Informació
Universitat Politècnica de Catalunya
C/ Jordi Girona 1-3
08034 Barcelona
{aabello,diafebus}@essi.upc.edu

M. Elena Rodríguez
Estudis d'Informàtica,
Multimèdia i Telecomunicació
Universitat Oberta de Catalunya
Avda. Tibidabo 39-43
08035 Barcelona
mrodriguezgo@uoc.edu

Resumen

La entrada en el EEES y la adopción del nuevo sistema de créditos ECTS, que mide las horas de dedicación del estudiante y no las del profesor, hace que debamos plantearnos nuevos métodos docentes que incentiven, al mismo tiempo que acoten y controlen, la dedicación de los estudiantes fuera del aula. Es en este sentido que hemos experimentado el uso de los glosarios provistos por Moodle para fomentar que los estudiantes repasen en casa la teoría presentada en clase, de forma continuada a lo largo del curso (no únicamente en vísperas del examen final).

1. Introducción

En este artículo presentamos una actividad para la mejora del aprendizaje que hemos incorporado en la asignatura DABD (Diseño y Administración de Bases de Datos). Esta actividad consiste, a grandes rasgos, en la propuesta, por parte de los estudiantes, de preguntas de carácter teórico sobre la asignatura que podrán formar parte del examen final. A lo largo del artículo describimos la actividad, cómo se ha llevado a la práctica (usando Moodle) y los resultados obtenidos.

El artículo está organizado en 6 secciones. La sección 2 introduce el marco en el cual se ha desarrollado la experiencia. La sección 3 presenta la motivación y el ánimo que nos ha movido a llevar a cabo la experiencia. La sección 4 describe lo que propusimos concretamente a los estudiantes. La sección 5 muestra un análisis estadístico de los resultados obtenidos desde diferentes puntos de vista. Finalmente, la sección 6 resume las conclusiones que hemos extraído y como proponemos mejorar la puesta en práctica el próximo semestre.

2. Marco

En esta sección explicamos el marco en el cual se ha desarrollado la experiencia, en primer lugar en lo referente a las herramientas utilizadas y posteriormente en cuanto a la organización y evaluación de la asignatura sobre la que se ha llevado a cabo.

2.1. Moodle y LEARN-SQL

Desde el curso 07/08, las asignaturas del área de bases de datos se vienen apoyando en Moodle [3], que es el *Learning Management System* escogido por la UPC para dar soporte a su Campus Virtual. Se ha ido personalizando y complementando Moodle para implementar y facilitar los cambios que se han ido aplicando a las diferentes asignaturas. Hay que destacar el desarrollo de una herramienta que tiene como interfaz de usuario al propio Moodle, llamada LEARN-SQL [2], cuyo objetivo es corregir automáticamente cualquier tipo de sentencia SQL (consultas, actualizaciones, procedimientos almacenados, disparadores, etc.) y discernir si la respuesta aportada por el estudiante es o no correcta con independencia de la solución concreta que éste proponga. Además, esta herramienta ayuda a los profesores a diseñar las pruebas de evaluación, permitiendo también la opción de revisar cualitativamente las soluciones aportadas por los estudiantes. Por último, el sistema proporciona ayuda a los estudiantes para que aprendan de sus propios errores, proporcionando realimentación de calidad. Los profesores generan un archivo de preguntas y posteriormente se generarán cuestionarios a partir de las preguntas almacenadas. Los estudiantes pueden acceder al cuestionario a través de un navegador y proponer soluciones a las preguntas, soluciones que serán evaluadas por el sistema. Esta evaluación es automática, interactiva (el estudiante obtiene realimentación en

cuestión de segundos) e informativa (el estudiante obtiene información sobre los errores que ha cometido en su solución y una posible orientación para solucionarlos). Otros aspectos que podemos citar son el carácter multilingüe (tanto de la interfaz como de los enunciados de las preguntas; téngase en cuenta que en el *Master en Tecnologies de la informació - MTI* - la asignatura se imparte en inglés) y un módulo que permite a los estudiantes crear parejas de prácticas sin repetir parejas anteriores y que permite emparejar automáticamente a los estudiantes que no lo hayan hecho al acabar un cierto plazo.

2.2. DABD

Diseño y Administración de Bases de Datos [1] es una asignatura opcional que se cursa durante el quinto semestre de la Ingeniería Informática y en el tercero del MTI de la Facultad de Informática de Barcelona (UPC). Esta asignatura está siendo objeto de mejoras desde 2005 en el marco de los proyectos de mejora docente tanto de la propia UPC, como de la *Generalitat de Catalunya*. En su estado actual, los estudiantes trabajan en la asignatura asistiendo a dos sesiones (2 horas + 1 hora) de teoría y una sesión (2 horas) de laboratorio a la semana, además de unas horas más de trabajo personal. En todos los casos, exceptuando la primera sesión, las sesiones de laboratorio proporcionan una calificación. La evaluación de la asignatura se basa mayoritariamente, con un peso del 80 %, en las pruebas realizadas en parejas durante las sesiones de laboratorio (el 20 % restante corresponde a la calificación obtenida en el examen individual realizado al final del semestre). Generalmente, en cada sesión, los estudiantes, además de responder un cuestionario LEARN-SQL, tienen que contestar algunas preguntas complementarias en un formulario en papel. Además de reforzar la validez de la evaluación automática, la entrega del formulario ayuda a controlar la asistencia de los estudiantes y la composición de las parejas. Habida cuenta del peso de la nota de laboratorio, los estudiantes cambian de pareja varias veces durante el curso. También se tiene en cuenta la dificultad e importancia de cada sesión, asignándose a cada una un peso de 1, 2 ó 4. La existencia de tantas pruebas puntuables provoca, por una parte, una enorme dificultad para obtener un promedio de nota excelente y, por otra parte, una cierta probabilidad de que algún estudiante no pueda

asistir a alguna de las sesiones, con el consiguiente perjuicio en su nota. Para mitigar ambos problemas y ayudar a que la nota máxima pueda ser 10 con más facilidad, la nota de laboratorio se calcula restando 4 a la suma de pesos para determinar el divisor del cálculo del promedio ponderado. Esto hace que los estudiantes puedan permitirse faltar a una de las sesiones más complejas o a dos de las intermedias sin que su nota se vea afectada.

$$\frac{\sum_{i=1}^{12} \text{nota}_i * \text{peso}_i}{\left(\sum_{i=1}^{12} \text{peso}_i\right) - 4}$$

La dedicación autónoma de los estudiantes, aparte del estudio, se canalizaba hasta el curso 07/08 por medio de ejercicios propuestos en una lista de problemas (sin soluciones) a disposición de los estudiantes. A partir del curso 08/09, los estudiantes acceden a los ejercicios a través de cuestionarios en LEARN-SQL. Durante una semana, los estudiantes tienen acceso a través de internet a un cuestionario para estudiar y practicar un tema. Siete días después de la publicación del cuestionario de entrenamiento, en sesión cerrada de laboratorio, se lleva a cabo la correspondiente prueba puntuable. A partir del curso 09/10, dado el poco peso del examen final (únicamente el 20%) para estimular la dedicación personal a la asignatura e incidir en los aspectos teóricos de la misma, se ha puesto en marcha la actividad objeto de este artículo. Se pretende que, además de resolver el cuestionario semanal, los estudiantes estudien el material teórico para estar en disposición de formular preguntas aptas para figurar en un examen.

3. Objetivos

El primer objetivo que nos ha motivado a poner en marcha esta actividad es el de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. En general, estamos satisfechos del nivel adquirido según se demuestra en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas, pero no lo estamos tanto de los conocimientos mostrados por ellos al resolver el examen, donde se enfrentan a preguntas de carácter más abstracto o teórico. Es en este sentido que perseguimos la mejora en el aprendizaje.

Partiendo de la suposición de que este desequilibrio teoría/práctica se debe a la falta de horas de estudio (dado el peso que tienen las dos partes de la asignatura), nos planteamos como subobjetivo el aumento de la dedicación por parte de los estudiantes; concretamente, la dedicación al estudio de la parte teórica de la materia. Conscientes de la conveniencia (casi podríamos decir necesidad) de estimular esta dedicación, hemos optado por proponer una actividad que pueda ser atractiva (por su naturaleza y/o por medio de incentivos) y conlleva, para su correcta realización, el estudio. Como se explicará posteriormente en detalle, esta actividad consiste en que el estudiante formule preguntas, responda aquéllas formuladas por otros compañeros y vea las respuestas que los otros dan a las suyas.

Como segundo objetivo, planteamos esta actividad como un vehículo para ahondar en un aprendizaje centrado en el estudiante [5, 9, 7]. Más concretamente se trata de que el estudiante desarrolle competencias como la autonomía, la actitud proactiva, el desarrollo de pensamiento crítico y la capacidad de adquirir, integrar y compartir información.

El desarrollo de las capacidades previas fomenta la interacción entre los estudiantes y la construcción del saber de forma colectiva, integrando el conocimiento individual con el conocimiento tácito del colectivo en el que participa. En definitiva, se trata de posibilitar un aprendizaje colaborativo [8, 4] en el contexto de la parte teórica de la asignatura. Adicionalmente, el grupo de estudiantes pasa a compartir el control y la responsabilidad con el profesorado en uno de los elementos de evaluación de la asignatura (en este caso, el examen).

Es importante destacar que buena parte de las competencias previas están contempladas como competencias transversales en los nuevos planes de estudio de Ingeniería [6]. Concretamente, la capacidad de aprender autónomamente, la capacidad de comunicarse eficientemente de forma oral y escrita, la capacidad de usar de forma solvente los recursos de información y, en menor grado, la de tener una actitud emprendedora e innovadora.

El cumplimiento de estos objetivos no debería ir en menoscabo de mantener en el examen una dificultad similar a los semestres precedentes, sin que ésta disminuya de forma significativa a causa de la autoría mixta (profesor - estudiante) de las preguntas.

4. Propuesta

Con la idea de fomentar la participación y la dedicación de los estudiantes, decidimos promover el uso de Moodle para proponer preguntas para el examen final de la asignatura. Más concretamente utilizamos los glosarios que esta herramienta de gestión de contenidos provee (ver figura 1). En primer lugar, publicamos una lista con los temas de la asignatura y conforme avanzaba el curso fuimos colocando dentro de esa lista los conceptos que iban apareciendo en clase. Los estudiantes debían seleccionar uno de los conceptos de la lista y proponer una pregunta de examen relacionada con ese concepto. La pregunta propuesta debía cumplir una serie de reglas (convenientemente publicadas con anterioridad):

- No se podían repetir conceptos (si existía una pregunta publicada de un concepto, las nuevas preguntas directamente relacionadas con este concepto se rechazaban automáticamente).
- Las preguntas debían poderse responder con lo explicado en clase.
- Las preguntas no debían poderse responder simplemente haciendo *cut&paste* de los materiales del curso.
- No podía necesitarse calculadora para responder la pregunta (podían suponer algún cálculo, pero debía ser sencillo).
- No podía necesitarse escribir código SQL para responder la pregunta (sí que podía aparecer código SQL en el enunciado).
- Si la respuesta era binaria (Si/No, Cierto/Falso, etc.) o de opción múltiple, se debía pedir también una breve justificación.

El profesor examinaba las preguntas propuestas por los estudiantes y, si cumplían los requisitos, las aceptaba y pasaban a ser públicas para todos los estudiantes del curso. En caso de no cumplir alguno, o de no tratarse de una pregunta apropiada, se le explicaba al estudiante y se le pedía que la retirara. En algunos casos, simplemente se le pedía que cambiara su redacción.

Una vez la pregunta era pública, el resto de estudiantes podían verla y adjuntar soluciones en forma de comentarios. En ningún momento el profesor intervenía o validaba estos comentarios.

Disseny i Administració de Bases de Dades

LearnSQL > DABD > Glosarios > Preguntes d'examen

Ir a...

Actualizar Glosario

Importar entradas / Exportar entradas
Esperando aprobación (5)

Preguntas creadas pels estudiants que poden entrar a l'examen final

Buscar ¿Buscar en conceptos y definiciones?

Agregar entrada

Vista Normal Vista por Categoría Buscar por fecha Buscar por autor

Editar categorías **09-Indexació** 09-Indexació

Camins d'accés amb un índex cluster
de Nombre del estudiante - miércoles, 30 de diciembre de 2009, 17:55
Por que razon al hacer una busqueda donde sabemos que dará como mucho una tupla si esta indexado por B+ o por Cluster tienen el mismo coste ?
Why on searching exactly one tuple we know that using either a B+ or a clustered index will result in the same cost?

Figura 1: Captura de pantalla del glosario Moodle

Finalmente, como incentivo para participar en el glosario, los estudiantes que hubiesen propuesto 5 o más preguntas, tenían derecho en el examen teórico a responder preguntas del glosario. Es decir, el examen contenía 6 preguntas (3 propuestas por el profesor y 3 escogidas del glosario). Cada pregunta valía un tercio de la nota. Para aquellos que propusieron menos de 5 preguntas en el glosario, su nota era el promedio de las notas de las tres preguntas propuestas por el profesor. Para aquellos que participaron en el glosario, su nota era el promedio de las 3 notas más altas de las 6 preguntas.

5. Experimentación y resultados obtenidos

El uso del glosario como herramienta de fomento de la participación se ha experimentado durante el primer semestre del curso 09/10 en la asignatura DABD:

Número de estudiantes: 37
Abandonos: 1
Aprobados: 33

De los 37 estudiantes matriculados, 20 propusieron alguna pregunta en el glosario, de los cuales 14 llegaron a proponer el mínimo de 5 pre-

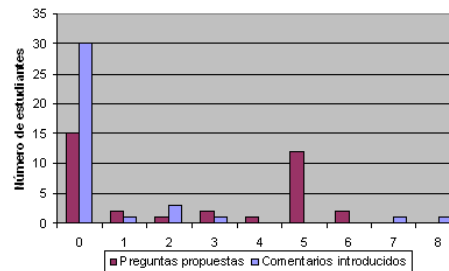


Figura 2: Participación de los estudiantes

guntas requerido para beneficiarse en el examen. La figura 2 representa en cada barra impar el número de estudiantes que propusieron un cierto número de preguntas y en cada barra par el número de estudiantes que adjuntaron un cierto número de comentarios. La primera cosa que podemos destacar de esta gráfica es que aquellos estudiantes que empezaron a participar en el glosario, en su mayoría, acabaron proponiendo el número mínimo de preguntas que se pedía. Por otro lado, también se observa que, dado que el hecho de adjuntar comentarios a las preguntas no se tenía en cuenta de ninguna forma en la evaluación, los estudiantes que lo hicieron fueron una auténtica minoría (aunque algunos que lo hicieron adjuntaron un buen número de ellos).

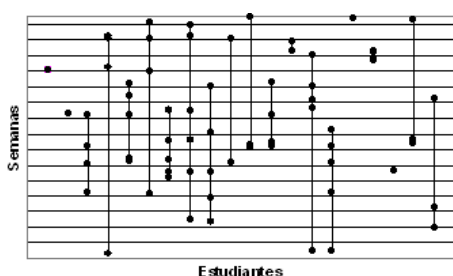


Figura 3: Distribución temporal de participación

En la figura 3, cada línea une los puntos que representan el momento del tiempo en que un estudiante propuso una pregunta, mientras que cada franja horizontal representa una semana del curso. El promedio de semanas que pasaron entre la primera pregunta propuesta y la última es de 6'5 semanas, mientras que la moda es de 8 semanas. Lo cual quiere decir que lo habitual para los estudiantes que participaron en la experiencia fue ir siguiendo el curso de forma continuada y proponer preguntas conforme avanzaba el temario. Aunque también es cierto que hubo 4 estudiantes que propusieron las 5 preguntas que se pedían en la misma semana (todos ellos en las 4 últimas semanas del semestre).

| | Prácticas | Examen | Total |
|--------|-----------|--------|-------|
| No | 7'24 | 2'35 | 6'22 |
| Sí | 8'05 | 5'98 | 7'64 |
| T-Test | 0'56% | 0'01% | 0'00% |

Cuadro 1: Notas de la asignatura

En el cuadro 1, podemos ver las notas de la asignatura. La primera columna es el promedio de las notas de laboratorio (80% de la nota final), la segunda es la nota promedio del examen (20% de la nota final) y la tercera columna es el promedio de las notas finales de la asignatura. La primera fila corresponde a los estudiantes que no propusieron 5 o más preguntas en el glosario y la segunda a los que sí. La tercera fila es el resultado de la prueba t-Student o t-Test. Esta prueba mide la probabilidad de que la diferencia entre el promedio de dos muestras diferentes sea por casualidad o realmente debido a diferencias en dichas muestras. Cabe destacar que las diferencias en los tres promedios es altamente

improbable que sean debidas al puro azar. La diferencia en la nota del examen y, por ende, en la nota final podría ser atribuida a que la participación en el glosario cambiaba la formula de puntuación del propio examen. En cambio la diferencia en la nota de prácticas, casi un punto superior para los estudiantes que llegaron a las 5 preguntas propuestas en el glosario, sólo puede ser atribuida a la mayor dedicación y conocimientos adquiridos por éstos en la asignatura.

Debido al peso de la nota de laboratorio, 30 de los 37 estudiantes ya habían alcanzado el aprobado sin necesidad de presentarse al examen. A pesar de eso, únicamente dos de esos 30 no se presentaron (para un total de 33 presentados). Aunque atendiendo al número de aprobados (únicamente 10), se puede deducir que los que sí se presentaron no dedicaron demasiado esfuerzo a prepararlo.

Cabe destacar también que únicamente uno de los 10 aprobados en el examen no había participado en el glosario. Es decir, el porcentaje de participación en el glosario entre los 36 alumnos que siguieron la asignatura fue del 39%, mientras que entre los aprobados del examen teórico fue del 90%. Visto desde otro punto de vista, un 64% de los estudiantes que participaron en el glosario aprobaron el examen de teoría, mientras que únicamente un 4% de los que no participaron lo aprobaron.

El examen estuvo compuesto de 6 preguntas (3 propuestas por los profesores de la asignatura y 3 más seleccionadas de entre las 98 propuestas por los estudiantes en el glosario). Para incentivar que todos intentaran responder todas las preguntas, se les explicó a los estudiantes que, aunque no se tendrían directamente en cuenta para el cálculo de la nota (ya que ésta se calculaba a partir de, o bien las 3 preguntas del profesor en caso de no haber participado en el glosario, o bien de las 3 notas más altas), el hecho de responder correctamente más de tres preguntas se consideraría a la hora de redondear la nota final de la asignatura.

Para que la fórmula de obtención de la nota del examen no afecte a nuestras conclusiones, podemos fijarnos en el promedio de cada una de las 6 preguntas. El cuadro 2 presenta los promedios de cada una ellas (las 3 propuestas por el profesor -PP- y las 3 seleccionadas del glosario -SG-). La primera fila muestra los promedios de cada una de las preguntas para todos los estudiantes presentados al examen

| | PP1 | PP2 | PP3 | SG1 | SG2 | SG3 |
|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Todos | 2'55 | 3'61 | 0'33 | 2'15 | 3'59 | 3'96 |
| No | 3'21 | 3'26 | 0'58 | 1'85 | 2'38 | 2'00 |
| Sí | 1'64 | 4'07 | 0'00 | 2'43 | 4'71 | 5'79 |
| T-Test | 11'14% | 31'39% | 4'28% | 34'11% | 4'80% | 0'80% |

Cuadro 2: Notas de las preguntas

que intentaron resolver preguntas tanto del glosario, como propuestas por el profesor. Si obviamos PP3 que corresponde a una pregunta sobre lo explicado el último día de clase (con una asistencia realmente baja), el resto de preguntas tienen un promedio muy similar, independientemente de su origen. Incluso, podemos ver que SG1 resultó en un promedio más bajo que PP1 y PP2; y SG2 en un promedio muy similar a PP2. Al igual que en el cuadro 1, la segunda fila corresponde a los estudiantes que no propusieron 5 preguntas del glosario, la tercera a los que sí y la cuarta es el resultado de la prueba t-Student entre las dos anteriores.

En 4 de las preguntas, los estudiantes que sí participaron en el glosario obtuvieron mejor puntuación que los que no, mientras que únicamente en dos (y una de ellas es PP3) fue al contrario. Considerando además que un resultado se acostumbra a considerar estadísticamente relevante cuando resulta en una confianza superior al 95 %, podemos decir que sólo las diferencias de SG2 y SG3 son realmente concluyentes y en ambos casos la nota promedio de la pregunta es superior para los estudiantes que sí participaron en el glosario.

Finalmente, realizamos una pequeña encuesta entre todos los estudiantes (no únicamente los que habían propuesto preguntas en el glosario) para conocer su opinión sobre la experiencia. La encuesta constaba de 5 afirmaciones y la respuesta era un número de uno a cinco, donde el uno implicaba estar muy en desacuerdo y el cinco estar muy de acuerdo. Las afirmaciones y resultados de la encuesta pueden verse en el cuadro 3.

La primera afirmación muestra que mayoritariamente creen que proponer preguntas de examen les ayuda a aprender contenidos del temario, pero en la segunda vemos que, sorprendentemente, en su opinión no mejoran mucho otras competencias transversales (como por ejemplo podría ser la de ex-

presión escrita). En la tercera afirmación podemos ver que ha sido un incentivo para estudiar más, mientras que de la cuarta, podríamos deducir que la cantidad de horas de más dedicadas al estudio fue menor de tres. No obstante, cabe recordar que también respondieron la encuesta (y por tanto esta pregunta) estudiantes que no propusieron cinco preguntas en el glosario (posiblemente no propusieron ni siquiera una). Probablemente, debido a esto, se obtiene una desviación estándar tan alta, no sólo para esta afirmación, sino para las tres últimas. Finalmente, la respuesta de los estudiantes a la última afirmación nos anima a continuar llevando a cabo esta experiencia, ya que mayoritariamente están de acuerdo con nosotros en que es una buena herramienta de aprendizaje.

6. Conclusiones

Como conclusiones cabe decir que, no únicamente los estudiantes, sino también los profesores de la asignatura hemos quedado muy satisfechos con la experiencia, que claramente ha aumentado la dedicación y conocimientos de los estudiantes sobre el temario. Además, el hecho de que las preguntas de examen se escojan entre sus propuestas, hemos visto que no implica que éstas les resulten mucho más fáciles que las directamente propuestas por el profesor. Lo que sí ha influido claramente en los resultados de la asignatura ha sido el hecho de participar o no en la experiencia. Los estudiantes que participaron obtuvieron claramente una nota más alta de la asignatura, no atribuible únicamente al hecho de atenerse a un tipo diferente de puntuación para el examen final, ya que la nota de laboratorio, cuya forma de puntuación fue idéntica para todos, fue también más alta. Vale decir que al ser una actividad totalmente voluntaria, no recibimos ninguna queja de ningún estudiante.

En el futuro nos planteamos fomentar más entre

| Pregunta | AVG | STDEV |
|--|------|-------|
| Me ha servido para aprender cosas relacionadas con la asignatura | 3'25 | 1'03 |
| He adquirido/mejorado competencias no directamente relacionadas con el temario | 2'30 | 0'82 |
| Ha sido un incentivo para llevar la asignatura al día y repasar teoría | 3'30 | 1'57 |
| Horas totales dedicadas a proponer preguntas | 2'71 | 1'70 |
| Creo que es una buena herramienta para aprender | 3'30 | 1'42 |

Cuadro 3: Encuesta

los estudiantes (publicitando entre ellos los resultados obtenidos por aquellos que participaron en el pasado) el uso del glosario para proponer preguntas de examen. Por otro lado, incluiremos como requisito para obtener los beneficios el hecho de responder (no únicamente proponer) un cierto número de preguntas, ya que al no suponer ningún beneficio tangible ha sido claramente soslayado por los estudiantes. Además de eso, endureceremos los criterios de aceptación de las preguntas a ser incluidas en el glosario para rechazar explícitamente las que se limiten a pedir definiciones o aquéllas cuya respuesta correcta pueda ser simplemente parafrasear lo dicho por el profesor en el aula. Pensamos que esto hará que los estudiantes tengan que dedicar un mayor esfuerzo y alcanzar un nivel más alto de conocimiento. También creemos que deberíamos asociar las preguntas de los estudiantes a objetivos de la asignatura (que en este caso deberían ser mucho más detallados que los actuales) en lugar de conceptos, para focalizar mucho mejor el esfuerzo de los estudiantes.

Reconocimientos

Este trabajo ha sido financiado con los proyectos de “Millora de la Docència” de la *Universitat Politècnica de Catalunya* y 2009MQD00251 de la *Generalitat de Catalunya*.

Referencias

- [1] ABELLÓ, A., AND BURGUÉS, X. *Disseny i administració de bases de dades*, 2010. <http://www.fib.upc.edu/es/infoAca/estudis/assigatures/DABD.html>.
- [2] ABELLÓ, A., RODRÍGUEZ, E., URPI, T., BURGUÉS, X., CASANY, M., MARTÍN, C., AND QUER, C. *LEARN-SQL: Automatic Assessment of SQL Based on IMS QTI Specification*. In *Proceedings of 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (2008), pp. 592–593.
- [3] ALIER, M. *A social constructionist approach to learning communities: Moodle in Open Source for Knowledge and Learning Management*. Idea Group, 2007.
- [4] BARKLEY, E. F., CROSS, K. P., AND HOWELL-MAJOR, C. *Collaborative Learning Techniques: A Handbook for College Faculty*. Jossey-Bass, 2004.
- [5] BARR, R. B., AND TAGG, J. From teaching to learning: A new paradigm for undergraduate education. *Change* 27, 6 (1995), 12–25.
- [6] CONSELL DE GOVERN DE LA UPC. *Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la upc*. Document DG 16/4 2008, 2008. <http://www.upc.edu/bupc/hemeroteca/2008/b105/16-04-2008.pdf>.
- [7] HARTNELL-YOUNG, E. From facilitator to knowledge-builder: A new role for the teacher of the future. In *IFIP Working Groups 3.1 and 3.3 Working Conference: ICT and the Teacher of the Future* (2003).
- [8] JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T., AND SMITH, K. A. *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Interaction Book Company, 1998.
- [9] SMITH, K. A., AND WALLER, A. A. New paradigms for engineering education. In *Proceedings Frontiers in Education 1997, 27th Annual Conference - Teaching and Learning in an Era of Change* (1997), vol. 3, pp. 1423–1427.