

La agenda virtual de actividades de aprendizaje como herramienta educativa

Lluís Ribas-Xirgo

Josep Velasco-González, Elena Valderrama-Vallés,

Joan Oliver-Malagelada y Carles Ferrer-Ramis

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

Ricardo Toledo-Morales

Departamento de Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen

La metodología docente impulsada por la creación de un Espacio Europeo de Educación Superior común implica tener en cuenta el trabajo del estudiante. En este sentido, y para dar apoyo al proceso de aprendizaje de los alumnos, se ha desarrollado un procedimiento de elaboración de agendas de actividades a partir de guías docentes de asignaturas ya expresadas en ECTS, es decir, en las que se ofrece información sobre la dedicación de los estudiantes tanto a las tareas presenciales como a las no presenciales. En este artículo se presenta este proceso de transformación y las primeras experiencias de uso de las agendas de actividades de aprendizaje como herramienta para facilitar la adaptación de los alumnos a las nuevas metodologías docentes, fomentar el desarrollo de competencias transversales —como la gestión del tiempo y la asunción de responsabilidades—, mejorar aspectos de las competencias específicas y, en definitiva, convertirlos en parte activa de su propio aprendizaje.

Ámbito general de interés de la innovación

El método de confección de las agendas de actividades que se presenta puede ser útil para cualquier profesor que deba reformar la guía docente según ECTS, de manera que sea completa e informativa para todo el mundo. Por otra parte, puede interesar también como ejemplo de uso de las agendas, con el propósito de utilizarlas como herramienta para el desarrollo de determinadas competencias de los alumnos.

1. Objetivos

El trabajo que se presenta en este artículo tiene como visión final un entorno educativo en el que las TIC dan apoyo al aprendizaje del estudiante y en el que el profesor se ocupa del acompañamiento de este proceso. La misión del proyecto es ofrecer todo lo necesario para la elaboración de guías de aprendizaje de asignaturas en torno a las cuales se organice el entorno educativo que se ha descrito más arriba.

Dado que este entorno es más difícil de crear en grupos numerosos, donde la relación entre profesor y alumno es menos estrecha, el trabajo se ha dirigido a resolver los problemas de la creación de guías de aprendizaje para asignaturas con muchos alumnos. En este sentido, se ha tomado como ejemplo la asignatura de Fundamentos de computadores de la titulación de Ingeniería Técnica Informática de Gestión y de Sistemas, que es de primer curso y que, en los últimos años, cuenta con una media próxima a los doscientos alumnos por curso.

Este proyecto se dirige a los alumnos de primeros cursos porque son los que, mayoritariamente, tendrán más dificultades para desarrollar una habilidad de auto-gestión del tiempo y para ser responsables del proceso de aprendizaje, y también porque son los que reciben menos atención personalizada. Al final, se trata de conseguir una transición más suave entre un sistema educativo pautado y dirigido y otro que requiere un grado de madurez más elevado.

El objetivo principal es, por tanto, ofrecer a los estudiantes de asignaturas numerosas una guía de aprendizaje que les facilite este proceso, tal como se comenta en Ribas y Velasco (2007). Este objetivo se puede concretar en objetivos parciales en dos ámbitos diferentes: el de la elaboración de la guía y el del desarrollo de competencias específicas y transversales del estudiante. Todos ellos, obviamente, se dirigen a alcanzar una mejora de la calidad docente que se traduzca en un aprendizaje más efectivo por parte del estudiante y, también, en un incremento del rendimiento académico.

En cuanto a la elaboración de la guía de aprendizaje, el objetivo es la creación de un procedimiento para la generación de agendas de actividades de aprendizaje (las guías de aprendizaje) a partir de las guías docentes en ECTS y el diseño de las «vistas» que se presentan a los profesores y a los alumnos.

Con respecto a los objetivos para los estudiantes, se trata de ofrecer una atención más individualizada, de mejorar el desarrollo de las competencias específicas relacionadas con habilidades prácticas y de facilitar el desarrollo de competencias transversales que involucren la gestión del tiempo y la asunción de responsabilidades, y que fomenten la actitud proactiva en el proceso de aprendizaje.

Así pues, se pretende que el estudiante asuma un rol proactivo, es decir, que actúe cuando aprecie que su desarrollo no sigue las pautas que se han establecido en la guía o no alcanza las metas que se han determinado. En el fondo, se trata de que sea consciente de la evolución de su aprendizaje y de que emprenda acciones que lo ayuden a mantener un progreso adecuado. De este modo, además, se responsabiliza del proceso y adquiere un compromiso con la consecución de las metas que se le marcan.

Para conseguir que el alumno adopte esta actitud es conveniente transformar las guías docentes en agendas de aprendizaje. Esta transformación pasa por adaptar los contenidos de las guías docentes y, finalmente, sincronizar las actividades de aprendizaje y los recursos para llevarlas a cabo.

2. Descripción del trabajo

La introducción de las metodologías docentes basadas en el trabajo del alumno ha obligado a adaptar las guías docentes de las asignaturas. En las titulaciones de Ingeniería Informática y de Ingeniería Técnica Informática, deben incluir los objetivos, las competencias, el temario y el sistema de evaluación. Además, esta información se debe complementar con otras como la carga de trabajo de cada actividad, el calendario de las actividades presenciales, los profesores y las referencias a los materiales que se ponen a disposición de los alumnos.

Con este propósito, se han intentado aprovechar las guías docentes para elaborar agendas de las actividades que deben llevar a cabo los alumnos. Las agendas deben facilitar el seguimiento de una asignatura por parte del alumno; asimismo, le tienen que servir de ayuda para organizarse el tiempo.

Los contenidos de las guías docentes se pueden dividir entre aquellos relativos a la docencia y el aprendizaje y aquellos que tienen que ver con los recursos (profesores, espacios y horarios, materiales, etc.). De este modo, se presenta una forma de sincronizar las actividades con los recursos para obtener una agenda de actividades para el curso correspondiente.

Durante el primer semestre del curso 2007-2008, la agenda de actividades presenciales se ha utilizado en la asignatura de Fundamentos de computadores de la titulación de Ingeniería Técnica Informática. Aprovechando esta experiencia, se ha desarrollado un software para poder sincronizar las actividades de las guías docentes con los recursos que se ponen a disposición de una asignatura en un determinado curso. Se espera que, para el próximo semestre, cada alumno pueda disponer de una agenda individualizada de actividades presenciales de una asignatura.

2.1. Antecedentes

Este trabajo parte de uno anterior desarrollado en el curso 2005-2006 en el que se analizó el modelo de guía docente de las asignaturas de los primeros cursos de la titulación de Ingeniería Informática para determinar si contenían información suficiente para que el alumno pudiera elaborar su propia agenda de aprendizaje. En este punto, hay que apuntar que, dado que la titulación formaba parte de la prueba piloto del DURSI para la adaptación de las titulaciones al EEES, las guías docentes estaban escritas en términos de ECTS.

Además, en algunas asignaturas con pocos alumnos (menos de 40) ya se habían realizado con éxito pruebas de publicar las fechas y horas de todas las actividades presenciales para los alumnos.

2.2. Desarrollo

Con estos precedentes se inició un proyecto de mejora de la calidad docente cuyo objetivo era aumentar el grado de atención individualizada a los alumnos de primer curso como medio para conseguir que tomaran mayor conciencia de su proceso de aprendizaje y para facilitar su adaptación a las nuevas metodologías docentes.

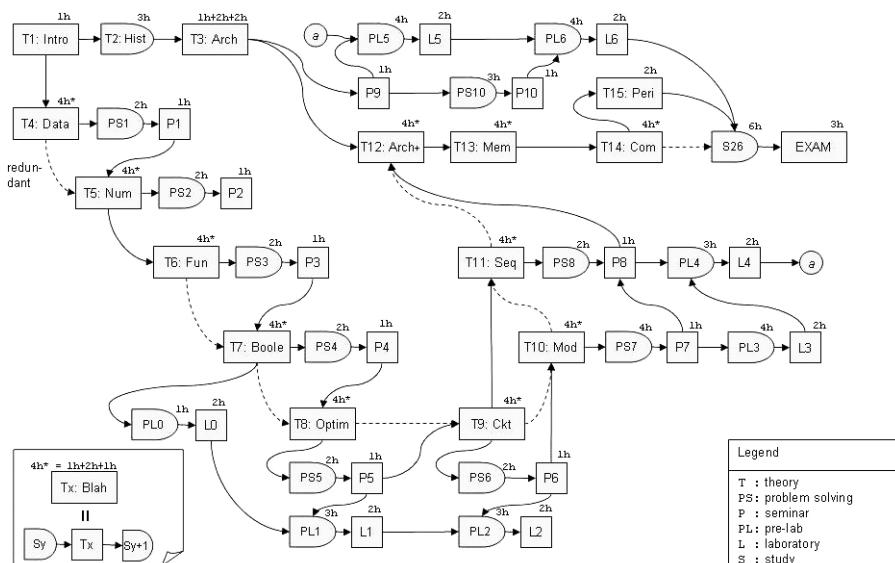
En el primer año de aplicación del proyecto se iniciaron diversas tareas, todas ellas encaminadas a ofrecer a los alumnos los mecanismos suficientes para poder seguir fácilmente su evolución a lo largo del curso.

Así pues, se emprendieron trabajos para sistematizar la generación de agendas de aprendizaje de cara a una futura automatización, y también una prueba preliminar dentro de la asignatura de Fundamentos de computadores.

La generación de las agendas de aprendizaje (Ribas *et al.*, 2006) se organizó de manera que primero se estudiaría y clasificaría la información de las guías docentes en ECTS para, posteriormente, y a partir del modelo que se extrajera, desarrollar una aplicación informática que se ocupara de realizar la sincronización.

De la primera etapa se derivó la división —ya establecida antes en este texto— entre actividades de aprendizaje y recursos para llevarlas a cabo. Esta separación permite que el profesor se centre en diseñar un buen plan de aprendizaje para el alumno y deje a un lado los detalles accesorios. Este plan se puede representar mediante un gráfico de actividades en el que se ilustre visualmente la relación (dependencia) entre ellas. El

Figura 1. Gráfico de actividades de aprendizaje de la asignatura de Fundamentos de computadores



hecho de ser independiente de los recursos hace que, además, sea un elemento relativamente constante a lo largo de los semestres en que se imparte la asignatura correspondiente.

Toda guía, además, incluye unas «tablas de recursos» que incluyen los recursos de que se dispone en un semestre concreto para una asignatura determinada. Estas tablas, habitualmente, agrupan diversos recursos en un tiempo y hora determinados. Por ejemplo, en las tablas de horarios semanales se indica, además, el aula y el tipo de actividad (teoría, problemas, prácticas de laboratorio, etc.). También hay tablas en las que se incluye la relación de profesorado, junto con el tipo de docencia que imparte y las horas de consulta, además de vínculos al material de apoyo, como enlaces web y referencias bibliográficas.

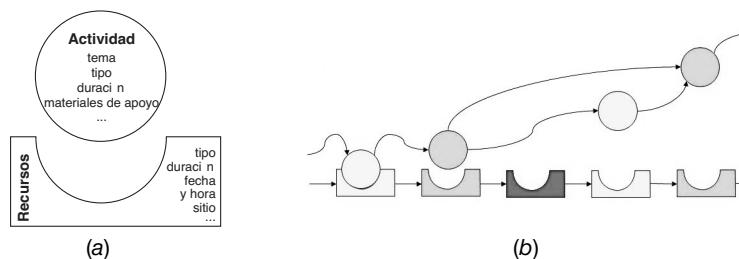
En las guías docentes en ECTS es común indicar una especie de «ciclo semanal de aprendizaje». Se presenta un horario donde se incluyen no sólo las actividades presenciales, sino también las no presenciales. De este modo, el alumno tiene una referencia clara del trabajo que debería llevar a cabo.

En resumen, los recursos se agrupan en función del tipo de actividad a la que se destinan. Por desgracia, la información se presenta pocas veces de forma integrada, es decir, de forma que, por ejemplo, se muestre en una única tabla horaria el tipo de actividad, la hora de inicio y de fin, el espacio, el vínculo al material de apoyo y el profesor responsable para cada entrada de la tabla. Hay que decir que este tipo de tablas sólo podría ser válida para un determinado grupo de alumnos o, si se incluyen actividades no presenciales, para cada alumno.

El problema adicional del uso de tablas horarias es que suelen ser de carácter semanal; es decir, que pueden variar a lo largo del curso, bien porque una determinada actividad tiene otra periodicidad (por ejemplo, unas sesiones de laboratorio quincenales), bien porque hay días festivos, o bien por alguna otra razón.

En este sentido, a la hora de preparar una agenda de actividades de aprendizaje, es conveniente elaborar una lista de agrupaciones de recursos «desplegada» a lo largo de todo el periodo académico en que se desarrolla una asignatura.

Figura 2. La sincronización entre actividades y recursos (a) puede dejar algunas agrupaciones de recursos sin servir (b)



La sincronización entre cada una de estas agrupaciones y las actividades de aprendizaje consiste en asociar cada actividad a los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Esta asignación sólo se podrá hacer si la agrupación de recursos es para una actividad del mismo tipo, si la duración de la actividad es inferior o igual al periodo de tiempo disponible en los recursos y, finalmente, si esta asignación no rompe las relaciones de precedencia entre actividades que se reflejan en el gráfico correspondiente. (Pueden existir más restricciones, pero éstas son las fundamentales.)

La formalización del procedimiento de sincronización ha permitido realizar una automatización parcial, que se ha presentado en el trabajo de Pérez y Ribas (2007). La aplicación informática que se ha desarrollado no tiene en cuenta las actividades no presenciales, pues eso supondría incluir información individual de los alumnos. Es decir, para poder realizar una sincronización completa, hay que tener en cuenta también las agrupaciones de recursos que afectan a actividades de aprendizaje no presencial y que, por tanto, dependen, entre otras cosas, del horario extraescolar del alumno.

Con todo, la sistematización de la sincronización de actividades y de agrupaciones de recursos se ha podido realizar de forma manual para la asignatura de Fundamentos de computadores de la titulación de Ingeniería Técnica Informática (de Gestión y de Sistemas). Adicionalmente, se ha trabajado en los aspectos de visualización de la agenda para los alumnos, tanto con sistemas *ad hoc* como utilizando entornos virtuales como aprendizaje, como se presenta en el trabajo de Moncada i Ribas (2007). En el siguiente apartado se describe con más detalle la metodología seguida.

3. Metodología

El objetivo era aumentar el grado de atención individualizada a los alumnos de Fundamentos de computadores como medio para conseguir que tomaran más conciencia de su proceso de aprendizaje y para facilitarles la adaptación a las nuevas metodologías docentes.

Esta asignatura, que se imparte en la Escuela Universitaria de Informática de Sabadell, se adaptó, como todas las otras de primer curso, a la metodología docente en ECTS en el curso 2006-2007. Esto supuso, aparte de cambios en la docencia y en la forma de aprendizaje de los alumnos, una oportunidad para buscar mecanismos que permitieran mejorar su adaptación a esta forma de aprendizaje.

Como no se disponía de ningún sistema automático de sincronización entre agrupaciones de recursos y actividades, y al no ser factible hacerlo manualmente (pues cursan la asignatura alrededor de 200 alumnos) se decidió hacer una agenda de actividades presenciales.

Para que los alumnos la siguieran se decidió publicar todo el material de apoyo mediante la agenda. Así, los estudiantes tenían que ir a buscar en ella las presentaciones de las clases de teoría, las listas de problemas y los guiones de las sesiones de laboratorio. De esta manera, se pretendía concienciar al alumno de su proceso de apren-

dizaje. El otro aspecto que se cuidó fue el de habilitar los enlaces de forma progresiva. De esta forma, aparte de contribuir al objetivo anterior, se pretendía que el alumno tuviera una pauta que hiciera evidente las actividades no presenciales. Por ejemplo, antes de un seminario de problemas debía descargar la lista de enunciados correspondiente y resolverlos. (En estas listas se incluyen soluciones que el alumno puede utilizar de guía.)

La agenda, finalmente, se mostraría como una tabla en la que cada fila se corresponde con una semana y hay columnas para cada tipo de actividad. Desgraciadamente, no es la mejor solución, pero es la más factible, dado que se debe confeccionar manualmente y, además, resulta bastante simple y comprensible para los alumnos.

Figura 3. Parte inicial de la tabla que contiene la agenda de actividades presenciales

Setmana	Dies: Activitat	Tema	Seminaris	Laboratoris + projecte
1	24 09 07 26: T3	T1. Introducció. Història dels computadors.	T3. Arquitectura dels computadors. Organització general d'un ordinador. Arquitectura de Von Neumann. Estructura d'un processador. Memòria i CPU.	(Organització grups.)
2	02 10 07 03: T4	T4. Representació de la informació. Tipus de dades. Nombres naturals i nombres fraccionaris. Canvis de base.	Problemati P1.	Oferta dels grups.
3	08 10 07 09: T5	T5. Representació de nombres. Nombres binaris enteros.	Problemati P2.	
4	15 10 07 16: T6	T6. Funcions lògiques. Portes bàsiques. Expressions lògiques.	Problemati P3.	Assignació d'alumnes a grups.
5	22 10 07 24: T7	T7. Àlgebra de Boole. Definició, propietats i teoremes derivats. Lleis de DeMorgan.	Problemati P4.	1. Presentació del projecte i eines.
6	29 10 07 31: T8	T8. Optimització de funcions. Màxim i mínims. Representacions canòniques. Mapes de Karnaugh.	Problemati P5.	

Para hacerla, primero se debía diseñar el gráfico de actividades de aprendizaje, sin asignarle recursos, para, posteriormente, ir asignando días y horas a cada una según los horarios semanales de la asignatura.

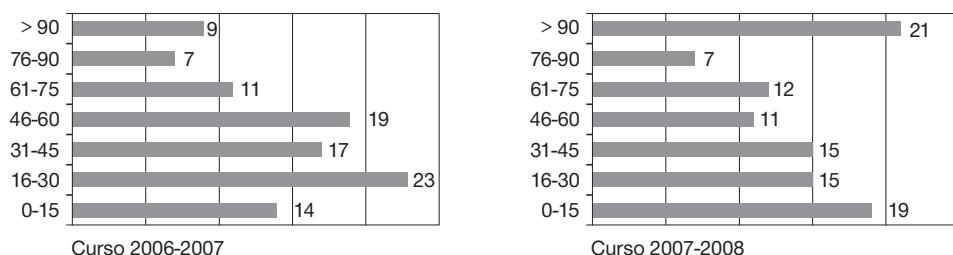
Paralelamente, se han desarrollado pequeñas aplicaciones para sincronizar actividades y recursos y para mostrar la agenda con un módulo integrado en Moodle (www.moodle.org). En cualquier caso, esta tarea de desarrollo sólo pretendía ser un primer paso a un estudio de viabilidad del producto final que, de hecho, queda fuera del alcance del proyecto de mejora de la calidad docente.

4. Resultados

El desarrollo de las herramientas de sincronización y visualización de las agendas de aprendizaje ha contribuido notablemente a la organización de la información que se ofrece en las guías docentes en ECTS y ha permitido diseñar un conjunto de ficheros en XML que pueden almacenar los distintos datos involucrados en el proceso de aprendizaje.

La agenda de aprendizaje de actividades presenciales en forma de tabla se ha utilizado en los cursos 2006-2007 y 2007-2008. Los alumnos las podían consultar a través del espacio de la asignatura en el campus virtual de la UAB. El seguimiento por parte de los alumnos ha sido más que satisfactorio: en ambos cursos, más del 60% de los estudiantes ha consultado, por término medio, tres o más veces por semana la agenda. Eso significa que, de forma habitual, han ido descargando el material de apoyo a medida que se iba activando. Desgraciadamente, no se han recogido datos indicadores del seguimiento de las actividades no presenciales. La impresión de los profesores es que, efectivamente, la gran mayoría iba a las actividades presenciales con el material de apoyo impreso, pero que sólo una minoría hacía la actividad no presencial previa con el material.

Figura 4. Porcentajes de alumnos en función del número de accesos a la agenda



La apreciable mejora docente se ha notado en el reducido número de incidencias y consultas en relación con el funcionamiento. Ahora bien, esto se debe más bien a la exhaustiva planificación que al hecho de que ésta esté en forma de agenda.

Finalmente, el dato más positivo es el del rendimiento académico. En el curso 2006-2007, superaron la asignatura un 5% más de alumnos; y en el curso 2007-2008 la mejora se incrementó otro 5%, a falta de una convocatoria.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una forma sistemática de sincronizar las actividades de aprendizaje con los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Para desarrollar este procedimiento de manera adecuada, conviene que la información de la guía docente en ECTS esté convenientemente organizada. De hecho, lo que se ha conseguido es formalizar tanto la estructura de la información como el proceso para la sincronización, de cara a presentar una agenda de aprendizaje al alumno. La formalización de la organización de la guía docente se ha traducido en una serie de definiciones de ficheros XML y —lo que es aún más importante— en el hecho de poder mostrar a los profesores

responsables de las guías docentes una organización coherente que muchos de ellos ya utilizaban de forma intuitiva.

La separación entre actividades de aprendizaje y recursos para llevarlas a cabo permite, además, que el profesor se centre en el diseño del aprendizaje y no se pierda en detalles de los recursos. Evidentemente, a la hora de preparar una agenda de aprendizaje para el alumno, deberá tener en cuenta las restricciones derivadas de las agrupaciones de recursos que pueda hacer.

Se ha desarrollado una pequeña aplicación para realizar una sincronización automática que obedece a los principios de asignación de recursos a actividades que se han indicado anteriormente; es decir, se hace la asociación en el caso de que no se rompan las precedencias entre actividades y de que los tipos y la duración sean compatibles. Desgraciadamente, esta aplicación toma como entrada ficheros XML y da como salida ficheros del mismo tipo. Como se trata de un formato preparado para la representación de datos y su transmisión entre aplicaciones, y no para la relación con humanos, es preciso, entre otras cosas, que se desarrollean programas de interfaz con el usuario. En este sentido, hay que decir que también existe una pequeña aplicación integrada con el entorno virtual de aprendizaje Moodle para poder mostrar la agenda de actividades.

Paralelamente a este trabajo, se ha preparado un caso de estudio del uso de las agendas de aprendizaje en la asignatura de Fundamentos de computadores de la titulación de Ingeniería Técnica Informática en los cursos 2006-2007 y 2007-2008. La confec-ción de estas agendas ha servido para establecer los mecanismos básicos para su sistematización, lo que se ha aprovechado para desarrollar las aplicaciones que se han mencionado anteriormente.

El objetivo global del proyecto de mejora de la calidad docente es facilitar la adaptación de los alumnos de primeros cursos al mundo universitario ofreciéndoles una atención individualizada. Especialmente en el caso de asignaturas con muchos alumnos, como es la de Fundamentos de computadores, el mecanismo que se ha intentado utilizar es el de la agenda de aprendizaje.

En el curso 2006-2007, coincidiendo con la primera experiencia de uso de una guía docente, que fue positiva en términos de rendimiento académico y también por haber contribuido a reducir el número de cuestiones relativas al funcionamiento, había un peso bastante grande de alumnos repetidores. En el curso siguiente eso ya no ha pasado, y prácticamente no ha habido ninguna incidencia en cuanto al seguimiento de la guía de aprendizaje. Además, el rendimiento académico ha mejorado, y esa mejora ha sido significativa en comparación con los años anteriores.

En el próximo curso se espera poder consolidar los buenos resultados de esta experiencia. También se trabajará en la mejora de la «visualización» del proceso de aprendizaje de los alumnos, seguramente con un sistema de fichas de actividades con más detalles y de la forma lo más individual posible. Con esta nueva acción se espera afianzar esta herramienta docente que, por los resultados obtenidos, ayuda significativamente a los alumnos a alcanzar los objetivos de la asignatura.

La plena individualización, con recursos que dependen de cada alumno, necesita forzosamente que la sincronización sea automática. Aunque supere el ámbito de la mejora docente, sería muy deseable poder disponer de ella en un futuro próximo.

Referencias

- DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ I UNIVERSITATS (2006). *Pla pilot d'adaptació de titulacions l'espai europeu d'educació superior*. Barcelona: autor. 14 de enero. [web: http://www10.gencat.net/dursi/ca/un/eees_pla_pilot.htm]
- MONCADA, J. L.; RIBAS, Ll. (dir.). (2007). *Adaptació d'un gestor de continguts per a agendes d'aprenentatge*. Proyecto de fin de carrera en Ingeniería Informática. Bellaterra: UAB.
- PÉREZ, M. I.; RIBAS, Ll. (director). (2007). *Agendas de actividades de aprendizaje*. Proyecto de fin de carrera en Ingeniería Informática. Bellaterra: UAB.
- RIBAS, Ll.; OLIVER, J.; TOLEDO, R.; VELASCO, A. J.; FERRER, C.; VALDERRAMA, E. (2006) *Del calendari de la planificació docent a l'agenda d'aprenentatge*. IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (resúmenes de comunicaciones), vol. 2, pp. 632. Barcelona, 5-7 de julio.
- RIBAS, Ll.; VELASCO, A. J. (2007). *La agenda de aprendizaje como herramienta de adaptación a la metodología educativa en ECTS del EEES*. XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI). Teruel, 16-18 de julio.
- Actualmente, el uso de las agendas de aprendizaje se ha introducido en las asignaturas de Fundamentos de computadores de las titulaciones de Ingeniería Técnica de Informática de Gestión y de Sistemas, y los alumnos tienen acceso a través del campus virtual de la UAB.
- Con todo, en la página http://microelec.uab.es/ribas/edu/fc_euis se puede encontrar la guía docente de la asignatura, donde se puede ver el calendario de las actividades presenciales y un esquema gráfico de las actividades de aprendizaje que deben seguir los alumnos de esta asignatura.

Accesos de interés

- http://microelec.uab.es/ribas/edu/fc_euis/ [2008]

Palabras clave

Programación docente, guía de estudiantes, autogestión del tiempo, agendas de aprendizaje.

Financiación

Este proyecto está financiado por el programa de la AGAUR de Mejora de la Calidad Docente de las Universidades Catalanas (MQD) para el año 2006-2008 (número identificador: 2006MQD00105).

Materiales complementarios del CD-ROM

Demostración de las fichas de actividades de la asignatura Fundamentos de Computadores.

Responsable del proyecto

Lluís Ribas Xirgo

Departamento de Microelectrónica y Sistemas

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

lluis.ribas@uab.cat

Presentación del responsable del proyecto

El autor ha trabajado en temas de organización docente desde el año 1997, especialmente en relación con el uso de las TIC para facilitar el aprendizaje del estudiante. A raíz de la experiencia en la UOC trabajó en el concepto de agenda de actividades de aprendizaje, que ha culminado, de momento, en el artículo que aquí se presenta. También ha participado, junto con otros profesores que conformaron los grupos de trabajo de los dos proyectos de innovación docente que se han citado antes, en las primeras asignaturas que se desarrollaron con criterios de ECTS en la titulación de Ingeniería Informática, dentro del plan piloto del DURSI para la adaptación de las titulaciones al EEES. Además, el autor es coordinador docente de primer curso de las titulaciones de Ingeniería Informática (2005-) y Técnica Informática de Gestión y de Sistemas (2007).

Miembros que forman parte del proyecto

A. Josep Velasco González

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

josep.velasco@uab.cat

Elena Valderrama Vallés

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

elena.valderrama@uab.cat

Ricardo Toledo Morales

Departamento de Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

ricardo.toledo@uab.cat

Joan Oliver Malagelada

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

joan.oliver@uab.cat

Carles Ferrer Ramis

Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universitat Autònoma de Barcelona

carles.ferrer@uab.cat