

Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática

Vicent Estruch, Josep Silva
Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera s/n - 46022 Valencia
{vestruch, jsilva}@dsic.upv.es

Resumen

La sociedad actual requiere de profesionales creativos y dotados de una fuerte capacidad de autoaprendizaje. Los métodos de enseñanza tradicionales basados en clases magistrales, y orientados al ejercicio memorístico y a la resolución de problemas tipificados resultan insuficientes para formar profesionales con este perfil. El éxito de los nuevos planes de estudio (surgidos a raíz de la *Declaración de Bolonia*), aunque apuestan por una formación más próxima a esta necesidad, dependerá en gran medida de los métodos de enseñanza utilizados.

En este artículo se pretende mostrar la idoneidad de la técnica conocida como *aprendizaje basado en proyectos* (ABP), para la formación de futuros profesionales en informática acorde con el espíritu de Bolonia.

1. Introducción

El contexto social en el que nos hallamos inmersos ha alcanzado unas cotas de complejidad inigualables con respecto a otros periodos de la historia y que, sin lugar a dudas, se refleja nítidamente en el conocimiento adquirido. Por ejemplo, a diferencia del saber enciclopédico, hoy en día una persona difícilmente puede ni tan sí quiera llegar a dominar todo el saber relativo a un campo muy concreto. La generación casi espontánea de nuevo conocimiento, la cual conduce a la ultraespecialización, impide tal proeza. Frente a este hecho, no queda otra solución que dotar al sistema educativo de nuevas técnicas de enseñanza que hagan más apto al sujeto para este proceso de cambio continuo. Estas técnicas—cada vez más asentadas—se basan en reconocer al individuo como una fuente de conocimiento limitada y optan por potenciar en él habilidades enfocadas a la

creatividad, el trabajo cooperativo y la formación continua. Es decir, no importa tanto lo que uno sepa en un momento determinado, sino aquello que uno pueda llegar a saber, aportar y comunicar. De hecho, este nuevo enfoque resulta vital para apoyar a un sistema de producción en donde el producto final es cada vez más complejo y los entornos de trabajo más cambiantes. Así pues, el mercado laboral precisa de profesionales con iniciativa, capacidad de aprendizaje y de trabajo en equipo. Precisamente, estas competencias quedan recogidas en el nuevo proyecto educativo para el desarrollo de un *Espacio Europeo de Educación Superior* (EEES) [5].

La propuesta del EEES surgió de forma indirecta como consecuencia de una reunión celebrada en 1998 en La Sorbona entre los Ministros de Educación de Francia, Italia, Reino Unido y Alemania. El inmediato apoyo recibido cristalizó en una nueva reunión (Bolonia) a la que se adhirieron más países europeos (entre ellos España). De ésta última nació lo que se conoce como *Declaración de Bolonia* [9], en la que se sientan las bases para la construcción de este espacio. La importancia de dicho proyecto no radica solamente en disponer de un sistema de titulaciones común, sino que se busca dotarlo de unos principios de calidad y competitividad que se ajustan mejor a las necesidades actuales.

Las competencias recogidas en el EEES para la formación de los futuros profesionales obligan a migrar a un modelo educativo con un mayor predominio del aprendizaje sobre la enseñanza. Esto es, promover un modelo más centrado en el alumno que en el profesor, y para ello—en ciertos aspectos—se necesita un cambio en la forma de enseñar. En esta línea, las denominadas metodologías activas [1] juegan un papel preponderante para lograr este objetivo. De entre las diferentes técnicas existentes (metodologías basadas en

casos, basadas en problemas, cooperativas, etc.), en este artículo nos centraremos en lo que se denomina *aprendizaje basado en proyectos* (ABP) [2,3]. Básicamente y como su propio nombre indica es una estrategia de aprendizaje en la que los estudiantes organizados en grupos resuelven un problema multidisciplinar (i.e. un proyecto).

El objetivo de este artículo es motivar el uso de esta técnica en la enseñanza de las TIC, y más concretamente, en los estudios superiores de informática. Para ello, se citan las ventajas que se derivan de “llevar al aula” esta metodología y a continuación se esboza un posible caso de estudio que consiste en el desarrollo de un sistema de información (S.I.).

La organización del artículo es la que sigue: En la siguiente sección se introducen los fundamentos y aspectos más relevantes del ABP. A continuación (Sección 3), se pretende mostrar las ventajas que esta técnica podría aportar en las enseñanzas de las TIC. En la Sección 4 se introduce una propuesta de proyecto y finalmente, en la Sección 5, se exponen brevemente las conclusiones de este trabajo.

2. Aprendizaje basado en proyectos

El ABP es uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje que más está captando la atención de las instituciones de educación superior occidentales.

No existe una definición única y universal de lo que es el ABP. Consensuando las diferentes acepciones que encontramos en la bibliografía (véase p.e. [2,3]) podríamos decir que el ABP es una metodología activa que toma al grupo como unidad fundamental de trabajo (frente al individuo por sí sólo) para resolver un problema de carácter real y multidisciplinar. Paradójicamente, aunque se trabaje en equipo, los beneficios del aprendizaje recaen directamente sobre el alumno ya que es el alumno el que efectúa el esfuerzo para resolver sus tareas asignadas y comunicar sus resultados al resto de los integrantes del grupo. Así pues, la resolución del proyecto permite al estudiante afianzar e integrar conocimientos supuestamente ya adquiridos y la incorporación de nuevos por medio de su esfuerzo personal en pro del grupo.

Al igual que ocurre con otras propuestas metodológicas, el ABP no pretende ser un sustituto de la enseñanza tradicional, sino un complemento.

No se debe incurrir en el error de pensar que todo es explicable mediante ABP: Un proceso de enseñanza no debería fundamentarse sobre una única metodología—llámese clase magistral, ABP, etc.—sino en una combinación de ellas. Es más, este *ensemble* puede darse incluso dentro de la enseñanza de una misma asignatura (p.e. combinar clases magistrales con la resolución de casos).

2.1. Características del ABP

Son muchos los docentes que, de algún modo y sin ser conscientes, introducen algunos de los rasgos del ABP en la enseñanza de sus asignaturas. A saber, el ABP se caracteriza por:

- *Ofrecer una visión multidisciplinar e integradora*: A diferencia del aprendizaje basado en problemas [8], el caso de estudio engloba varias áreas de conocimiento y requiere de ciertas habilidades multidisciplinarias para su resolución.
- *Trabajar cooperativamente*: El proyecto resulta inviable para una sola persona y obliga a trabajar en equipo y de forma cooperativa. Esto se debe no solamente al volumen de trabajo requerido sino a que además éste exige de un conjunto de habilidades cognitivas y una variedad de conocimientos que difícilmente se darán en una única persona.
- *Motivar la actividad investigadora*: El alumno deberá buscar, asimilar y aplicar nuevos conocimientos necesarios para resolver el caso de estudio.

2.2. Objetivos del ABP

Como en cualquier otra metodología, el ABP posee unos objetivos pedagógicos perfectamente delimitados. Estos son:

- *Asentar e integrar conocimientos de diversas áreas*: Debido a que se requieren técnicas de más de una disciplina, el alumno apreciará el lugar que cada una de ellas ocupa en su formación y su importancia para el futuro ejercicio de la profesión.
- *Desarrollar actividades intelectuales de nivel alto*: Según la taxonomía de Bloom [4], las actividades intelectuales de nivel alto van más allá del ejercicio memorístico y comprensivo, y se refieren a habilidades para aplicar y com-

binar técnicas para resolver problemas, crear nuevas ideas, generalizar y abstraer conceptos, etc.

- *Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje:* El profesor ya no es la única fuente de conocimiento, y el alumno debe esforzarse por asimilar nuevas ideas de manera autodidacta.
- *Desarrollar la capacidad de autocrítica:* El alumno empezará a ser consciente de que su solución propuesta no es la única posible y que seguramente no estará exenta de limitaciones.

2.3. El papel del docente

Las funciones que el docente va a ejercer dentro de esta metodología cambian con respecto a la enseñanza tradicional. Durante el desarrollo del proyecto, el docente pasa de ser un transmisor de información a ser un “asesor”, ya que el esfuerzo del aprendizaje recae exclusivamente sobre el alumno. Desde un punto de vista pedagógico, existen una serie de “tareas” que el docente debe realizar para que el proyecto tenga éxito:

- *Selección y redacción del caso de estudio:* El caso de estudio debe motivar y despertar el máximo interés en el alumno y ofrecerle una visión pragmática de sus estudios. Ahora bien, el caso no debe ser ni excesivamente complejo, ni excesivamente sencillo porque causará frustración en el alumno. El caso debe ajustarse al grado de formación del alumno.
- *Implementación del proyecto:* El proyecto debería ser resuelto—al menos parcialmente—por la unidad docente. De esta manera, se podrá cuantificar de forma precisa el tiempo que llevará su realización, la secuenciación del proyecto en etapas, la dificultad de cada una de ellas y su fecha de entrega. Además, también interesa identificar qué contenidos deben de ser explicados o revisados para el alumno y cuáles de ellos pueden ser aprendidos por el propio alumno.
- *Seguimiento grupal:* El profesor ha de conocer la evolución mostrada por cada grupo en la resolución del proyecto y el grado de implicación de cada alumno en el mismo (no todos los alumnos aprenden igual y del mismo modo). El seguimiento se puede hacer tanto en el aula como en el laboratorio, o de forma más

personalizada mediante tutorías orientadas al grupo.

- *Impartir clases magistrales:* Como ya se ha comentado, las técnicas de aprendizaje pueden ser combinables. Las clases magistrales servirán para introducir herramientas, métodos, etc. que el alumno desconoce y que puede ser un tanto difícil aprenderlas desde el inicio de forma autodidacta. Después será el alumno quien profundizará en ellos por su cuenta. Obviamente el número de horas destinado a clases magistrales con respecto al número total de horas de la asignatura será muy bajo.
- *Evaluación grupal:* Ya que el trabajo se resuelve en equipo, la evaluación debería ser consistente con el método de trabajo y efectuarse de forma grupal (aunque esto no significa que todos los alumnos del grupo vayan a obtener la misma nota). No es recomendable evaluar al alumno mediante un examen final, puesto que éste se esforzará siempre con aquello que le asegure el aprobado. Si se considera necesario, en todo caso, se puede ponderar proporcionalmente la nota obtenida en el proyecto con una evaluación personal (p.e. 85% / 15%).
Mencionar también que un error muy común es corregir el proyecto desde una óptica excesivamente profesional. No se pretende que el producto del proyecto sea directamente aprovechable por la sociedad. El proyecto se percibe como un proceso y no como un producto. El hecho de que existan “errores”, que el alumno los detecte y sepa solucionarlos es también uno de los atractivos de esta actividad.

Para terminar, decir que la puesta en marcha de una asignatura basada en ABP no está exenta de riesgos y dificultades: se requiere de una gran cooperación por parte del profesor y del alumno, grupos de trabajo reducidos, infraestructuras adecuadas, etc. En definitiva, más tiempo, recursos y esfuerzo que las clases expositivas.

3. El ABP en la enseñanza de las TIC

La enseñanza de las disciplinas tecnológicas resulta ser un marco altamente propicio para la puesta en marcha de actividades (asignaturas) orientadas a proyectos. Sin embargo, si observa-

mos los planes de estudio en las universidades de nuestro país de las diferentes ingenierías relacionadas con las TIC (informática, telecomunicaciones, industriales, etc.), nos encontramos con que éstos no recogen—al menos explícitamente— asignaturas organizadas conforme al perfil del ABP, pese al carácter experimental y pragmático que reviste a una ingeniería. Conviene matizar, eso sí, que aunque haya asignaturas que sean eminentemente prácticas (p.e. aquellas impartidas en el laboratorio) u orientadas a problemas reales (p.e. el proyecto final de carrera), ninguna de ellas sigue completamente la dinámica de trabajo propuesta en el ABP. Contrariamente a lo que sucede en nuestro país, el ABP (junto con el uso de otras metodologías activas) ya ha sido introducido en los currículos de enseñanza de las TIC en muchas universidades extranjeras (e.j. *MIT, Harvard, etc.*). Especialmente llamativo resulta el caso de las “*écoles*” francesas (véase p.e. [6]), en donde, independientemente del uso de metodologías activas o no, se opta por introducir al estudiante en el mundo profesional de forma gradual pero utilizando contextos reales, nunca simulándolos. Es decir, desde el principio, el alumno es apadrinado por una empresa, y en cada curso participa de forma activa en un proyecto de la empresa, de forma que su grado de responsabilidad va aumentando conforme avanza en su formación. Así, el primer año trabaja como asistente—ayudando a los programadores—, el segundo año participa como técnico programador, el tercer año como analista, el cuarto año junto al jefe del equipo de desarrollo y, finalmente, el quinto año junto a un coordinador de área. Este proceso le hace conocer en primera persona los problemas y las dificultades que conlleva la implementación de un proyecto, lo cual redundará en una visión abstracta del papel que desempeñan en un proyecto real las habilidades que ha adquirido.

Desafortunadamente, para encontrar asignaturas orientadas hacia el ABP en nuestro país, tenemos que migrar a los planes de estudios de Arquitectura Superior. En esta disciplina se puede observar asignaturas anuales, ya desde los primeros años de carrera (p.e. Proyectos), que responden a la filosofía del ABP y cuyo contenido está muy enfocado al ejercicio profesional.

Ahora bien, si existen estudios en los que se demuestra la baja eficacia que tienen las clases expositivas (por sí solas) para la enseñanza (no se

promueve la discusión, ni el razonamiento, se impone el mismo ritmo de aprendizaje para todos los alumnos, dificultad de mantener la atención, etc.), junto con el añadido de que la formación que ofrecen no se ajusta completamente a la realidad de nuestro tiempo (véase Tabla 1), la pregunta sería, ¿por qué se mantienen? La respuesta es simple, es un método económico en todos los sentidos. Exige poca actualización del docente, pocos recursos en el aula, el docente puede “enseñar” a muchos alumnos al mismo tiempo, etc.

Frente esta crítica anterior se podría esgrimir que los nuevos planes de estudio con una distribución 3+1+1 (3 años de estudios de grado, 1 año de prácticas en empresa y realización del proyecto final de carrera, más 1 año optativo de estudios de postgrado) podrían subsanar estas deficiencias. Pero no nos equivoquemos, aunque cambie la organización, si el método de enseñanza no se actualiza los resultados no variarán en absoluto.

Sociedad Industrial	Sociedad de la Información
Importancia de los recursos materiales	Importancia de los recursos intelectuales
Poder ligado al control y acceso de la información	Poder ligado a la selección y proceso de la información
Visión enciclopédica del saber	Visión comunicativa y creativa del saber
Aprendizaje memorístico	Aprendizaje dialógico

Tabla 1. Necesidades educativas en función del contexto social

Continuaremos formando profesionales de espaldas a la sociedad. Desgraciadamente los *Informes Pigmalión* así lo corroboran. En estos documentos se pueden leer afirmaciones tan contundentes como que el 89% de los estudiantes no sabe trabajar en grupo, o que casi el 50% de los titulados no están preparados para ejercer su profesión.

La propuesta que aquí se realiza no pretende omitir conocimientos teóricos indispensables para la formación del individuo (p.e. teoría de autómatas, algorítmica, teoría de la señal, campos electromagnéticos, etc.), sino introducir asignaturas donde se puedan refrendar parte de dichos conocimientos en un contexto real. Para ello, posiblemente se necesitaría explotar mejor la figura del profesor asociado—a nuestro entender desaprovechada en los planes de estudio actuales—para la

dirección y supervisión de este tipo de asignaturas y para el reciclado del bagaje tecnológico aplicado del profesorado investigador.

4. Una propuesta de ABP para la carrera de informática

Como ya se ha mencionado en la sección anterior, una de las carencias más acusadas de los actuales planes de estudios de Ingeniería en general, y de Informática en particular, es la falta de experiencia de los alumnos a la hora de abordar un proyecto de ingeniería. Los alumnos adquieren ciertos conocimientos teóricos útiles para resolver de forma independiente—y a veces sólo parcialmente—las diferentes fases de un proyecto informático (p.e. especificación de requerimientos, diseño de una base de datos (BD), programación, etc.) pero no son capaces de aplicarlos en pro de un objetivo común. Esta carencia está fuertemente ligada al hecho de que no exista una asignatura que muestre una visión *íntegra y aplicada* de los conocimientos ya adquiridos. Además, si consideramos que el Proyecto Final de Carrera no sigue necesariamente la metodología ABP (i.e. ni suele ser grupal ni multidisciplinar) ello conduce a que los alumnos terminen sus estudios sin haber afrontado nunca una aproximación de lo que es un proyecto real de ingeniería: la síntesis de un producto (dentro de un equipo de desarrollo) desde su concepción hasta la entrega al cliente del mismo. Por esta razón, consideramos de enorme importancia que el alumno que realiza los estudios de Ingeniería Informática tenga garantizado un contacto mínimo por lo que al desarrollo de un proyecto (siempre adaptado a su nivel de conocimiento) se refiere.

En esta sección proponemos una asignatura anual para cuarto curso de Ingeniería Informática basada en la metodología ABP. El proyecto en cuestión se centra en la implantación de un S.I. en su totalidad: configuración y justificación de la infraestructura física, análisis e implementación de los recursos lógicos, diseño de políticas de administración y de seguridad, validación, formación de los usuarios, etc. En la Tabla 2 se recogen las asignaturas/conocimientos que el alumno debería haber cursado/adquirido de cara a poder resolver el proyecto. Como se puede apreciar, la variedad de tópicos a tratar y el volumen de trabajo a exigir obligan a que el alumno desarrolle

las habilidades necesarias para el trabajo en equipo, siempre y cuando quieran superar con éxito la asignatura. A continuación, detallamos el programa, contenidos y objetivos de la asignatura.

Troncales	No-Troncales ¹
Programación	Gestión de Proyectos
Estructuras de Datos y Algoritmos	Administración de Bases de Datos
Metodología y Tecnología de la Programación	Fundamentos de Programación Web
Bases de Datos	Redes de Área Local e Intranets
Diseño de Bases de Datos	
Ingeniería de la Programación	
Ingeniería de Requerimientos	
Redes	

Tabla 2. Conocimientos requeridos para la realización del proyecto

4.1. Organización de la asignatura

La asignatura constará de un total de 9 créditos (ECTS) repartidos equitativamente en dos semestres. Las horas de docencia de la asignatura y de trabajo requerido por el alumno se distribuyen de la siguiente manera:

Horas de laboratorio supervisadas. 4h. semanales
Clases magistrales 2h. mensuales
Tutorías grupales 2h. mensuales
Trabajo individual 3h. semanales

La dinámica de trabajo a seguir a partir de la distribución de horas anterior es la siguiente:

Desde el punto de vista del profesor, durante las horas de laboratorio supervisadas, éste actuará como un “asesor”, es decir:

- Hacer reflexionar al grupo sobre aquellos aspectos que estén obviando (p.e. la aplicación no puede interactuar con la BD porque no han habilitado alguna opción del ODBC) o errores

¹ Los nombres utilizados en esta columna hacen referencia a los contenidos más que a las asignaturas. Estos contenidos estarán agrupados en una o varias asignaturas con distinto nombre en cada universidad.

importantes que estén cometiendo (p.e. un error en el diseño conceptual de la BD).

- Comprobar mediante pequeñas preguntas que los conocimientos adquiridos de forma auto-didacta por parte del grupo están claros (p.e. si el alumno tiene que investigar por su cuenta ciertos detalles sobre el funcionamiento del protocolo HTTP, entonces preguntar al grupo sobre el mecanismo de envío al servidor de la información contenida en un formulario HTML durante una conexión HTTP).

Por consiguiente, en ningún caso el profesor deberá resolver el problema planteado. Es el alumno el que en última instancia debe “ver” la solución e implementarla. El profesor “simplemente” guiará al alumno en esta tarea.

Después, para comprobar la evolución del grupo, el profesor citará a sus miembros 1 hora cada dos semanas para que éstos le informen sobre la marcha del mismo.

Las clases magistrales serán utilizadas por el profesor para revisar sin detalle y con ejemplos conceptos básicos que el alumno debería saber (p.e. los diagramas de secuencia de UML) o bien presentarle aquellos conceptos/herramientas/protocolos no vistos pero que necesitará, de modo que el alumno investigue sobre ellos (p.e. introducir la clase JDBC de Java, o el protocolo de seguridad SSL).

Desde el punto de vista del alumno, todo se reduce a un proceso de actividad continua. Éste deberá profundizar de forma coherente y por su cuenta sobre los conceptos vistos en las clases magistrales para después implementarlos en el proyecto durante las horas de laboratorio.

4.2. Objetivos

Los objetivos de la asignatura se dividen en tres grupos:

Objetivos conceptuales:

- Conocer las diferentes fases de las que consta un proyecto.
- Revisar de manera conexa aquellos conceptos métodos y técnicas claves para la puesta en marcha de un S.I. (modelo E-R, análisis funcional, administración BD, protocolos de comunicación, etc.) para que el alumno sepa qué técnicas utilizar y cómo combinarlas en cada una de las etapas del proyecto.

Objetivos procedimentales:

- Aprender a aplicar técnicas que permitan dividir adecuadamente un proyecto en etapas.
- Acostumbrar al alumno a utilizar métodos que le permitan tasar el coste (tiempo/dinero) de un proyecto y de sus fases.
- Aplicar las técnicas y metodologías, así como manejar las herramientas adecuadas en cada fase del proyecto.

Objetivos actitudinales:

- Potenciar la capacidad de comunicación de conceptos y problemas técnicos muy especializados a destinatarios que no estén versados en ellos.
- Desarrollar habilidades para la investigación aplicada y el autoaprendizaje.
- Toma de conciencia de la responsabilidad colectiva.

4.3. Un posible caso de estudio

De forma sucinta presentamos un caso de estudio que sirve como ejemplo de proyecto a desarrollar en la asignatura y permitirá al lector fijar mejor el propósito de la asignatura:

Un empresario desea iniciar un negocio destinado a la venta de libros dentro de un ámbito provincial. La empresa no dispondrá de puntos de venta y todo el “escaparate” será accesible solamente vía Internet. Al conectarse al portal web, el usuario tendrá acceso de una forma clara y ordenada (autor, temática, año, editorial, etc.) de todo el material bibliográfico disponible. Para efectuar la compra, el cliente rellenará un formulario con sus datos personales, y especificará la lista de libros que desea adquirir. Las modalidades de pago serán dos: o por transferencia bancaria o por contrareembolso. El precio de la compra se calculará conforme a unos criterios que fijará el jefe de ventas (los criterios buscarán “mimar” en cierta forma a los buenos clientes). Dado que la empresa quiere ofrecer el mejor servicio posible, el portal web deberá permitir que el cliente pueda exponer reclamaciones, dudas o sugerencias garantizándole la atención inmediata. Otra medida de calidad que se quiere llevar a cabo, consistirá en enviar al cliente un correo electrónico felicitándole por su cumpleaños y adjuntándole una lista con una serie de novedades editoriales afines con su perfil.

El jefe de ventas diseñará periódicamente promociones (ofertas) que serán publicadas inmediatamente en el portal web. Para poder evaluar el impacto de la promoción, el jefe de ventas necesitará de una serie de listados en los cuales se refleje el índice de ventas alcanzado.

Al no disponer de establecimientos, las existencias se ubicarán en un gran almacén. Las existencias serán revisadas diariamente por unos encargados que serán los responsables de realizar los pedidos de compra (adquisición de más material) a instancias de lo que marque el jefe de ventas. La empresa tendrá también en plantilla una serie de personas responsables de organizar el reparto del material vendido. Los repartos son realizados por la propia empresa, lo cual implica la necesidad de gestionar su parque de vehículos. Se debe controlar qué trabajador ha efectuado cada pedido de compra y organizado cada reparto.

Para la adquisición de nuevos títulos la empresa contará con un responsable de compras. El responsable negociará con las editoriales el precio de compra. Los títulos adquiridos, así como su coste, serán comunicados a los biblioteconomistas para que los cataloguen y actualicen el sistema.

La empresa ofrecerá un servicio on-line de asesoramiento al cliente para algunos de los títulos ofertados. El servicio consistirá en responder al cliente las dudas que pueda tener sobre el contenido del libro. Este servicio será llevado a cabo por un equipo constituido por especialistas de diferentes disciplinas (crítico literario, matemático, médico, etc.).

La empresa contará con un equipo de psicólogos que elaborará los perfiles de cada uno de los clientes. Estos perfiles serán utilizados para búsquedas personalizadas y para diseñar la lista de libros que se le adjuntará en el correo de felicitación. Además, el psicólogo jefe atenderá on-line consultas de carácter pedagógico; p.e. dudas que un cliente pueda tener al comprar un libro para su hijo.

Se pide diseñar el S.I. (recursos físicos, lógicos, almacén de datos, formación de usuarios, etc.) que soporte las necesidades de la empresa.

A título informativo, el sistema requerirá de una base de datos y aplicaciones para el acceso a la misma. Se deberá configurar la intranet de la empresa y la puesta en marcha de un servicio de

VPN para garantizar el acceso remoto a la base de datos de manera que todos los trabajadores de la empresa puedan tener acceso (controlado) a la información que necesiten para desempeñar su trabajo. Obviamente, los clientes también tendrán un acceso controlado. Los detalles asociados al diseño y administración de la base de datos, el diseño de la red (número de ordenadores, cableado, permisos, puntos de acceso, servicios, servidores, etc.) y la implementación de la lógica de negocio en las aplicaciones software deberán ser obtenidos por el alumno a partir de entrevistas con el tutor.

Finalmente, el alumno deberá desarrollar manuales de usuario, presentaciones u otros elementos de aprendizaje destinados a la formación de los usuarios del sistema desarrollado.

4.4. Contenidos básicos

Dado que el proyecto consiste en el desarrollo de un S.I. los contenidos a tratar son los siguientes:

- *Especificación de Requerimientos:* Para ello, el equipo de desarrollo tendrá que entrevistar al tutor para obtener los requerimientos del proyecto y poder formalizarlos. Estos contenidos habrán sido estudiados por el alumno en la asignatura troncal “Ingeniería de Requerimientos”.
- *Análisis funcional:* La lógica de las aplicaciones desarrolladas en el proyecto deberá ser especificada usando herramientas y metodologías estudiadas en la asignatura troncal “Metodología y Tecnología de la Programación”.
- *Planificación de proyectos:* Una vez determinada la funcionalidad del sistema, se procederá a estudiar el coste económico y temporal para su implementación. Estos contenidos habrán sido estudiados por el alumno en la asignatura “Gestión de Proyectos”.
- *Diseño de Bases de Datos:* Deducir a partir del documento de requisitos la base de datos relacional del sistema. A continuación, ajustar los parámetros físicos de la BD (diseño físico) para que el rendimiento sea óptimo. Estos contenidos habrán sido estudiados por el alumno en las asignaturas troncales “Bases de Datos” y “Diseño de Bases de Datos”.
- *Administración de la BD:* Identificar grupos y permisos de los usuarios que accederán a la BD Diseñar políticas de seguridad acorde con

el problema. Estos contenidos habrán sido estudiados por el alumno en la asignatura “Gestión de Bases de Datos”.

- *Programación*: Dada la naturaleza del proyecto, las herramientas a desarrollar se implementarán utilizando un lenguaje de cuarta generación (i.e. Java, C++, etc.) para las aplicaciones de gestión desarrolladas, así como un lenguaje de programación Web (i.e. ASP, JSP, PHP, etc.) para las aplicaciones de acceso remoto a través de Internet. Estos contenidos habrán sido estudiados por el alumno en las asignaturas troncales de “Programación”, “Algoritmos y Estructuras de Datos” e “Ingeniería de la programación”; y en la asignatura no-troncal “Fundamentos de Programación Web”.
- *Seguridad en S.I.*: Puesto que la información de la base de datos estará disponible a través de un medio no seguro como Internet, es imprescindible el cifrado de la misma así como el desarrollo de mecanismos de autenticación que garanticen la seguridad en el portal Web frente a posibles ataques. Para ello, el alumno deberá hacer uso de los conocimientos de criptografía y seguridad estudiados en la asignatura troncal de “Redes” y en la asignatura “Redes de Área Local e Intranets”.
- *Fase de pruebas*: Es necesario probar rigurosamente el producto antes de su entrega. En esta etapa, los alumnos aplicarán sus conocimientos sobre la generación de casos de prueba aprendidos en la asignatura de “Ingeniería de la Programación”.

4.5. Evaluación

La evaluación de una asignatura multidisciplinar de estas características requiere de un equipo de profesores (cada uno de ellos especialista en una de las disciplinas implicadas) para evaluar el trabajo realizado individual y colectivamente por los componentes de cada equipo de desarrollo.

Asimismo, es necesario que el tutor del proyecto que ha realizado el seguimiento del trabajo en grupo evalúe esta faceta. En este sentido, pensamos que la figura del profesor asociado reflejada en la LOU [7] (i.e. un profesional que participa en la docencia universitaria a tiempo parcial) tendría una cabida especial en este tipo de asignaturas donde una visión aplicada acerca del desarrollo industrial de proyectos de ingeniería ayudaría enormemente en la formación del alumnado así

como a la formación tecnológica del profesorado que no mantiene contacto con empresas.

5. Conclusión

En este artículo proponemos la introducción del ABP en los planes de estudios de Ingeniería Informática. Se han mostrado las ventajas de este método de enseñanza para la consecución de los objetivos marcados en el EEES y se ha propuesto un ejemplo de asignatura basada en ABP que podría ser perfectamente integrada en los planes de estudios actuales.

Referencias

- [1] Silberman M. *Active learning: 101 strategies to teach any subject*. Allyn & Bacon, 1996.
- [2] Markham T. *Project based learning handbook*. Buck IFE, 2003.
- [3] Moursund D. *Project based-learning: using information technology*. ISTE Publications 1999.
- [4] Bloom B. et al. *La taxonomía de los objetivos educativos: la clasificación de las metas educativas (vol 1.)*, 1956.
- [5] Suárez B. *Las enseñanzas técnicas y el EEES*. Jornada de convergencia para el EEES. U.Z., 2002.
- [6] École Polytechnique. 91128 Palaiseau Cedex, France. <http://www.polytechnique.edu>.
- [7] Ley Orgánica de Universidades. BOE nº 307 del 24 de Diciembre de 2001. <http://www.boe.es/boe/dias/2001/12/24/pdfs/A49400-49425.pdf>
- [8] D.R. Woods. *Problem-based Learning: how to gain the most from PBL*, McMaster University Bookstore, Hamilton-Canada, 1994.
- [9] The Bologna declaration of 19 June 1999. Joint declaration of the european ministers of education. http://wwwn.mec.es/univ/html/informes/EEES_2003/Declaracion_Bologna.pdf
- [10] Espacio Europeo de Educación Superior. Ministerio de Educación y Ciencia. <http://wwwn.mec.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=3505>
- [11] Dorothy H. Evensen and Cindy E. Hmelo. *Problem-Based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions*; Lawrence Erlbaum Associates, 2000