

Conferencia

Construction by configuration: A
new challenge for software
engineering education
Ian Sommerville

Construction by configuration: A new challenge for software engineering education

Ian Sommerville, Computing Dept., Lancaster University

1. Introduction

Software reuse has been the subject of software engineering research for more than 20 years. Although there are still problems to be overcome, reuse is one of the major success stories of software engineering and software development with reuse has become the dominant approach to the development of business software systems. However, although component-based software engineering [1] is starting to have a significant impact, the majority of this reuse is not the reuse of software components written in conventional programming languages such as Java or C++. Rather, it is the reuse of large-scale modules in ERP systems such as SAP/R3 or the reuse of generic software systems, designed for a particular domain and configured for the needs of specific customers.

If we look at the teaching of software engineering, however (and, it must be said, the presentation of the subject in software engineering textbooks), this approach to development is rarely mentioned. Mili's book on software reuse [2], for example, devotes 20 pages out of 600 to COTS-based reuse and does not mention problems of configuring COTS for specific customer requirements. The focus of teaching is primarily on the engineering of systems using conventional programming languages. In the ACM/IEEE proposals for curricula in software engineering [3], software reuse and COTS are mentioned briefly but are given very little emphasis and, in general, they are always considered to be part of something else, such as software evolution, rather than topics in their own right.

By ignoring this economically significant to software development, I believe that we are doing our students a disservice. Of course, students have to understand conventional software development practice and, of course, this is a major challenge in its own right. However, by focusing exclusively on this topic we do not equip our students with an understanding of the realities of much software development in the 21st century and we exacerbate the problem that many employers of our students do not believe that student skills match their real needs.

In this paper, I discuss the principles of 'construction by configuration' and the very real difficulties of teaching those principles in a university environment. I then go on to suggest how we, as educators, might address these problems and so broaden the scope of software engineering education.

2. Construction by configuration

The reuse of off-the-shelf software systems, in one form or another, is a reality for the majority of businesses. The most obvious manifestation of this is in the use of ERP systems such as the widely used SAP/R3 system where businesses buy a set of generic modules from the system provider and, with the help of consultants, tailor and adapt these modules to fit their specific business. Other widely used approaches are in the adoption of vertically integrated systems (e.g. a system for handling the admission of patients to a hospital) which are specialised for use in particular environments.

The characteristics of software engineering for such systems is that the focus of development moves away from the design of the system architecture and the production of a system implementation to the understanding of the requirements of a particular setting, the configuration of the system to reflect these requirements and the testing of the system in its operational environment. There is rarely a detailed system specification and the configuration of the system is often an ad hoc and sometimes even an undocumented process.

Many problems can arise in this process ranging from difficulties in understanding how different configurations affect system requirements for performance, reliability etc., unanticipated interactions between the configurations of different system features, difficulties in debugging configurations, and so on. I believe that these problems are just as significant for software engineering than the problems that arise in the development of conventional software systems.

3. Problems in teaching ‘construction by configuration’

The fundamental difficulty that we face in teaching this (fairly) new paradigm of software development is that it has been virtually ignored by software engineering theorists and researchers. There is no public body of knowledge on good practice in system configuration and no principles or theory on which courses can be based. Consequently, there are no textbooks on the topic except very specific guides to individual systems. All of this means that instructors are understandably reluctant to incorporate this development method in their courses.

This is not the only problem. There are many other new developments that compete for inclusion in software engineering courses – security engineering, service-centric systems, aspect-oriented software development, for example, along with pressures to develop skills in students such as web page design and programming. Finding a place in the curriculum and, realistically, developing the skills of teachers are major issues.

4. Teaching ‘construction by configuration’?

It is clearly impossible to include all new developments in a university course and the ‘normal’ response of educators is that their job is to teach principles and the foundations of a discipline and thus equip students to learn about new developments themselves. However, this approach only really works when we operate within a single paradigm. For example, if we teach the principles of programming a Von Neumann machine, then students should be able to use these as a basis for learning any conventional programming language. However, when we step outside the boundaries of these principles (e.g. say we expect students to learn an AI language such as Prolog), then it becomes extremely difficult for students to apply their knowledge to new things.

I argue that ‘construction by configuration’ is a different paradigm of software development and an understanding of generic principles of programming (such as the notion of sequence, loops and conditionals, data typing, etc.) is not enough for students to teach themselves this approach. Rather, students have to learn how to understand the characteristics and limitations of a specific application and how to reflect the needs of an operational environment in that application. At this stage, as we are lacking principles, I believe what we should be doing is making students aware of this approach to software development and giving them some experience of the problems that can arise.

At first sight, this appears to be a difficult problem. ERP systems are large and expensive and their purchase cannot be justified for teaching alone. Vertically integrated systems, such as hospital systems, require specialised domain knowledge that university teachers cannot be expected to develop. Fortunately, however, most of us and most students have a program on our computers that is an excellent vehicle for illustrating the problems and benefits of construction by configuration – Microsoft Excel.

Excel is an excellent example of a generic system that can be configured to construct specific systems that meet a particular need. Its characteristics reflect the differences between conventional programming and construction by configuration namely:

1. A programming model that is different from the model reflected in conventional programming languages.
2. The ability to construct quite different systems from a single generic base, where these different systems should reflect the specific business purpose that the application is designed to support.

3. A rather ad hoc approach to configuration, different ways to configure the system and a lack of facilities to make the configuration visible.

I argue, therefore, that as well as setting programming assignments in conventional programming languages, we should also be teaching construction by configuration by developing Excel-based projects and incorporating these in a more general course on the use of COTS-based systems. Such exercises would, I believe, teach students about the practicalities of software engineering in the 21st century and would help them to understand that the majority of the world's software is not developed in Java using an object-oriented approach.

5 References

- [1] Szyperski, C. 2002. *Component Software: Beyond Object-Oriented Programming*. Harlow, UK: Addison-Wesley.
- [2] Mili, H., Mili, A., Yacoub, S. and Addy, E. 2002. *Reuse-based software engineering: Techniques, Organization and Controls*. New York: Wiley Interscience.
- [3] IEEE/ACM. 2004. *Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*. <http://sites.computer.org/ccse/>.

Ponencias

Métodos pedagógicos innovadores

Experiencia educativa entre varias asignaturas

Alberto Díaz, José Manuel Colmenar, José Luis Risco, Nuria Joglar, Rubén Sánchez,
Diego J. Bodas, Francisco José Soltero
Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas
CES Felipe II
28300 Aranjuez
e-mail: {adiaz, jmcolmenar, jlrisco, njoglar, rsanchez, dbodas, fjsoltero}@cesfelipesegundo.com

Resumen

Se presenta la experiencia educativa desarrollada entre varias asignaturas para la construcción de una herramienta de edición, realización y corrección de exámenes. Esta experiencia ha permitido a los alumnos desarrollar una práctica de tamaño medio en la que han tenido que aplicar técnicas y conocimientos de distintas asignaturas.

Estas asignaturas han sido inicialmente Ficheros y Bases de Datos y Laboratorio de Programación de Sistemas, aunque posteriormente se trasladó la experiencia a Programación de Aplicaciones Web, Aplicaciones Avanzadas de Lenguajes de Marcado e Ingeniería del Software.

La realimentación obtenida de los alumnos ha sido muy positiva e incluso se ha llegado a una versión final que va a ser utilizada como herramienta de autoevaluación para las asignaturas de matemáticas de primer curso en las que los alumnos tienen más dificultades.

1. Introducción

La idea de realizar una experiencia educativa que englobe a varias asignaturas permite que los alumnos desarrollen trabajos de una entidad media-alta en los cuales aparezcan reflejados distintos puntos de vista sobre la forma de enfocar un mismo problema. Normalmente los trabajos en una sola asignatura no permiten a los alumnos profundizar en las interrelaciones que pudiera haber con otras asignaturas. Además, esta forma de trabajo colaborativo permite a los alumnos centrar su trabajo en la parte del desarrollo correspondiente a la asignatura que esté cursando en cada momento.

Por otro lado, en nuestro plan de estudios para la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas

no se contempla un proyecto fin de carrera como necesario para obtener el título. Nuestra iniciativa permite al alumno completar su formación ofreciendo cierta similitud con un proyecto de ese tipo: media-alta dificultad, medio-gran tamaño, varias vistas o disciplinas involucradas, etc.

La experiencia concreta mostrada en este artículo consiste en el desarrollo de una aplicación que permite la edición, realización y corrección de exámenes de manera automática. La idea surgió de la necesidad expresada por los profesores que imparten asignaturas de matemáticas en el primer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (sólo existe esa carrera de informática en nuestro centro) de que los alumnos pudieran tener una herramienta de autoevaluación que les permitiera realizar algún tipo de control antes de enfrentarse al examen final de la asignatura.

El desarrollo de esta aplicación es un ejemplo de los grandes cambios que la enseñanza de las matemáticas está sufriendo desde los años 90 con el impacto de las nuevas tecnologías (calculadoras gráficas, ordenadores, internet,...). Estos cambios son evidentes a todos los niveles educativos (primaria, secundaria y universidad).

Estas nuevas herramientas son esenciales a la hora de motivar asignaturas tan frías y abstractas como son el Cálculo, la Matemática Discreta y el Álgebra Lineal. En particular, en las escuelas de ingeniería informática contamos con la ventaja adicional del gusto de nuestros estudiantes por el uso del ordenador. No sólo no tienen miedo de encenderlo sino que además en su primer cuatrimestre como alumnos de nuestra escuela, al no tener ninguna asignatura de laboratorio, están deseosos por entrar en los laboratorios aunque sea para aprender Cálculo. En los departamentos de matemáticas de las escuelas de ingeniería se diseñan prácticas con aplicaciones de cálculo simbólico (e.g. Derive o Matlab) desde hace más de 10 años. Estas aplicaciones, junto con otras en

el área de la geometría dinámica (e.g. Cabri o Cinderella) facilitan las tareas de visualización, exploración, experimentación y descubrimiento de los teoremas que se estudian en la parte teórica de las asignaturas.

Más recientemente, la generalización del uso de internet en todos los ámbitos de la vida, y en particular en el campo universitario, pone a nuestra disposición nuevas herramientas de apoyo a la docencia. En este sentido, dado que nuestros estudiantes de primer curso no tienen ninguna experiencia en enfrentarse a un examen a nivel universitario, consideramos que es imprescindible plantearles simulacros a mitad del cuatrimestre (finales de noviembre). Hasta ahora, estos exámenes se hacían por escrito en el aula, en una hora de clase predeterminada y siempre de tipo test. Se pretendía evaluar de forma rápida y eficaz si los conocimientos básicos de la asignatura se estaban asimilando correctamente o si por el contrario se detectaban problemas generalizados. La versión en lápiz y papel es muy rígida y además ocupa tiempo de clase, tiempo que siempre escasea dados los extensos temarios que se tienen que cubrir en estas asignaturas.

La aplicación desarrollada en esta experiencia facilitará la tarea de evaluación del alumnado así como de la asignatura a los profesores, dándoles mucha más información sobre el desarrollo del curso, la asimilación de los conceptos por parte de los estudiantes, los problemas de comprensión y falta de comunicación, promoviendo una mayor interacción profesor-estudiante. Además ayudará a los estudiantes a prepararse para la prueba final de la asignatura, a autocomprobar su nivel de comprensión de la materia impartida hasta ese momento y fomentará la interacción entre ellos.

Las asignaturas implicadas en la experiencia educativa fueron inicialmente Laboratorio de Programación de Sistemas (LPS) y Ficheros y Bases de Datos (FBD), aunque posteriormente se sumaron a esta iniciativa Programación de Aplicaciones Web (PAW), Aplicaciones Avanzadas de Lenguajes de Mercado (AALM) e Ingeniería del Software (ISW).

2. Estado del arte

Lamentablemente, existen pocos trabajos sobre experiencias educativas entre varias asignaturas. Cabe destacar un trabajo publicado por la

Universidad Miguel Hernández de Alicante [1], donde proponen una forma de motivación del alumnado entrelazando las asignaturas Programación Avanzada y Tecnología de Computadores. En cambio, sí existen multitud de herramientas de autoevaluación de ejercicios y exámenes.

Las herramientas computacionales que permitan evaluar algún tipo de saber formal, en sí, son un nuevo aspecto de la llamada "educación virtual". Podemos encontrar tipos de evaluación o metodologías de evaluación en diversos textos pedagógicos, los cuales se han venido siguiendo hasta nuestros días, aunque, como ya se ha explicado, el objetivo del trabajo desarrollado no es formar parte de esta gran cantidad de teorías, sino por un lado establecer prácticas colaborativas entre varias asignaturas, y por otro lado, llevar a la práctica un proyecto más acorde con el trabajo en equipo del ámbito laboral.

A nivel comercial existen gran número de cursos en la Web y muchos de ellos permiten la posibilidad de realizar evaluaciones de los alumnos, como por ejemplo los creados con WebCT [2, 3], donde se permiten pruebas, auto-tests y encuestas, VCampus [4], que además incluye generación aleatoria de preguntas, y otras herramientas. La mayoría dispone de facilidades para realizar auto-tests como Eduprise, BlackBoard, TopClass, etc. Una evaluación de estos y otros productos similares puede encontrarse en [5].

A nivel de investigación, en la Universidad Complutense de Madrid se desarrollan proyectos de innovación educativa que incorporan sistemas de evaluación de conocimientos, como el portal de mantenimiento de cursos SIMAC [6]. En la Universidad de los Andes se desarrollan proyectos de informática educativa [7] centrados en el tema de la ludomática. En la Universidad EAFIT [8] de Medellín se desarrollan proyectos sobre ambientes virtuales, uno de ellos es el programa AVALON. También se desarrollan proyectos que incluyen tutoriales, inteligencia artificial, multimedia y telemática. En la Universidad Politécnica de Valencia se desarrollan herramientas de soporte a la evaluación docente vía web [9]. Finalmente, la Universidad de Lovaina (Bélgica), ha desarrollado un sistema de aprendizaje colaborativo, Claroline [10], de reconocido prestigio.

Algunas entidades estatales como el Ministerio de Educación, entre otras, que ofrecen

cursos a través de Internet, utilizan páginas web, previamente elaboradas por ellos, donde el usuario se conecta, accede a los cursos y contesta tests de evaluación.

Existen pocas herramientas que actualmente no dispongan de facilidades para generar tests de evaluación y las que no disponen de ellas como Virtual-U [11] tienen prevista su inclusión en breve. Esto nos da idea de la importancia que tiene en el proceso de aprendizaje la realización de cuestionarios para poder evaluar la evolución y comprensión de los conocimientos mostrados.

Cabe destacar que el punto de vista actual sobre la enseñanza virtual se encuadra dentro de los denominados Learning Management Systems (LMS). La totalidad de estos LMS contemplan un procedimiento de evaluación de conocimientos. No olvidemos que la inclusión de estos procedimientos es de obligado cumplimiento para seguir los estándares establecidos.

Nuestro punto de vista es más modesto, no pretendemos diseñar un LMS, ya que no contamos con los medios para ello, por lo que nuestra pretensión inicial es facilitar a alumnos y profesores una herramienta simple que permita avanzar en la mejora de la experiencia docente, y que pudiera ser fácilmente utilizada por alumnos y profesores. Además, el hincapié estaba más en la experiencia en sí que en el producto final, aunque los resultados han sido satisfactorios.

3. Experiencia educativa

La experiencia partió de una colaboración entre las asignaturas de Ficheros y Bases de Datos y Laboratorio de Programación de Sistemas. En la primera asignatura se desarrolló el diseño del esquema de base de datos necesario para la aplicación y en la segunda se desarrolló un applet que, basándose en la base de datos anterior, permitiera generar, editar y realizar exámenes automáticamente.

En el segundo cuatrimestre algunos alumnos eligieron como trabajo optativo esta aplicación en las asignaturas de Programación de Aplicaciones Web y Aplicaciones Avanzadas de Lenguajes de Marcado. Por otro lado, en Ingeniería del Software, y también de modo optativo, se analizó la estructura correspondiente en más profundidad.

El enunciado inicial de la práctica fue el siguiente:

La práctica comenzará con un inicio de sesión donde habrá que introducir nombre y contraseña. Cuando un usuario entra por primera vez deberá registrarse en el sistema introduciendo su DNI, nombre de usuario y contraseña. Sólo se podrán registrar aquellos alumnos cuyo DNI se encuentre en la correspondiente tabla de la base de datos y no estén ya registrados como usuarios de la aplicación. Además habrá un usuario especial administrador que tendrá como nombre "admin" y que no tendrá DNI. Un usuario ya registrado tendrá que introducir sólo nombre y contraseña.

El usuario administrador podrá editar las distintas tablas de la base de datos para añadir, cambiar o eliminar información. Además podrá acceder a la información de los alumnos para obtener distintas estadísticas sobre la elaboración de los exámenes.

El resto de los usuarios podrán realizar exámenes tipo test de la asignatura que ellos elijan. Los exámenes serán generados aleatoriamente a partir de la información almacenada en la base de datos. Además tendrán un tiempo prefijado que no podrán superar. Si pasado ese tiempo el alumno no ha terminado de contestar todas las preguntas, finalizará el examen y sólo se computarán las preguntas respondidas hasta el momento. En todo caso, el alumno podrá decidir en cualquier instante la finalización del examen y se almacenará el tiempo utilizado. El alumno podrá cambiar respuestas hasta que se le acabe el tiempo. Al finalizar el examen se le mostrará al alumno la nota obtenida.

El programa debe cumplir los siguientes requisitos:

- Un alumno sólo podrá examinarse de las asignaturas de las que esté matriculado.
- No se puede repetir dos veces el examen de la misma asignatura.
- La elección de las preguntas será aleatoria, pero tiene que haber al menos una pregunta por tema.
- Para evitar usos indebidos, cuando un alumno empiece un examen se deberá registrar este inicio en la base de datos, actualizando convenientemente esta información al finalizar el examen.
- Hay que almacenar en la base de datos toda la información sobre el examen de cada alumno.

- Los exámenes sólo se podrán realizar entre un período de fechas comprendido entre una fecha inicial y una fecha final.
- Pasada la fecha final el alumno podrá visualizar las correcciones de los exámenes que realizó, indicándose para cada pregunta las respuestas que marcó el alumno y las respuestas correctas.

Todos los datos sobre configuración de los exámenes se almacenarán en una tabla en la base de datos: número máximo de respuestas por pregunta, número máximo de respuestas correctas, duración del examen, número de preguntas por examen, puntos por acierto, puntos por fallo, fecha de inicio y fin de exámenes.

En particular una posible configuración para probar las prácticas podría ser la siguiente:

- Las notas se calcularán así: 1 punto por acierto, -0.3 si no se acierta ninguna de las respuestas correctas.
- Si no se aciertan todas las respuestas correctas se restará la cantidad ponderada según las respuestas acertadas respecto a todas las que sean correctas. Por ejemplo: con 2 respuestas correctas, ningún acierto => -0.3, un acierto => -0.15, dos aciertos => +1.
- El número máximo de respuestas por pregunta será 5.
- El número máximo de respuestas correctas por pregunta será 2.
- El tiempo del examen será de 50 minutos.
- El número de preguntas por examen será 10.

El usuario administrador podrá realizar las siguientes operaciones: editar las tablas, visualizar estadísticas por asignatura y estadísticas globales. Para las estadísticas por asignatura habrá las siguientes opciones: listado de notas (nombre, apellidos y calificación), estadísticas por calificación (porcentaje de no presentados, aprobados, suspensos, notables, sobresalientes y matrículas de honor), promedios sobre matriculados y sobre presentados, estadísticas por pregunta y tema (porcentaje de aciertos por pregunta y porcentaje de aciertos por tema). Para las estadísticas globales habrá que mostrar el porcentaje de alumnos con todas las asignaturas aprobadas, con ninguna aprobada, una aprobada,

etc., y el porcentaje de alumnos presentados a todas las asignaturas, a ninguna, a una, etc.

El baremo para las calificaciones, cuyo valor numérico estará entre 0 y 10, será el siguiente: sobresaliente, mayor que 8.5, notable, mayor o igual que 6.5 y menor que o igual que 8.5, aprobado, mayor o igual que 5 y menor que 6.5, suspenso, menor que 5, y no presentado.

A continuación se describe cual fue la implicación de cada una de las asignaturas en la experiencia educativa basada en el enunciado de la práctica anterior.

3.1. Ficheros y Bases de Datos

El principal objetivo de la asignatura obligatoria Ficheros y Bases de Datos (FBD) es que los alumnos aprendan a diseñar un sistema de base de datos útil, fiable y lo más óptimo posible en cuanto a almacén de información se refiere. Para ello se le da gran importancia al lenguaje comercial SQL, al que se le dedican tanto sesiones teóricas como prácticas. En las sesiones prácticas se utiliza el sistema de base de datos Oracle, considerado uno de los más importantes del mercado, y se intenta que los alumnos aprendan a desenvolverse con él en un entorno de trabajo.

Antes de plantear a los alumnos la programación de la aplicación, era necesario diseñar y construir el soporte donde la información se guardaría: la base de datos. Para ello, debían analizarse todos los posibles campos a almacenar, agruparlos en tablas y, por último, obtener formas normales y relaciones entre tablas.

Para fomentar un enfoque realista, primeramente se presentó a los alumnos un enunciado con la descripción de la aplicación de modo que realizaran, por grupos, el diseño de la base de datos.

En una segunda práctica, se pidió la implementación de posibles consultas sobre la base de datos, ofreciendo como esquema de partida una solución eficiente a la práctica anterior. De esta manera, los grupos de alumnos pudieron analizar las ventajas e inconvenientes de sus diseños previos comparando con el diseño original.

Los esquemas de base de datos fueron implementados y probados sobre el sistema de gestión de base de datos Oracle, instalado en un servidor del Centro. Aquellos grupos de prácticas

que compaginaban las clases de Ficheros y Bases de Datos con las de Laboratorio de Programación de Sistemas contaban con el mismo usuario de Oracle, de manera que los esquemas desarrollados en el laboratorio de la primera asignatura podían ser directamente reutilizados en las clases de la segunda.

3.2. Laboratorio de Programación de Sistemas

La asignatura obligatoria Laboratorio de Programación de Sistemas (LPS) se centra en el desarrollo de prácticas basadas en el lenguaje Java, haciendo especial énfasis en aplicaciones gráficas desarrolladas con Swing, interacción con bases de datos y trabajo en red. Además se explican las técnicas básicas de diseño orientado a objetos, basadas en diagramas de clases, para que los alumnos no se centren sólo en la implementación.

En particular, se hace hincapié en la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) para que los alumnos estructuren adecuadamente sus prácticas. El patrón MVC descompone una aplicación interactiva en tres grandes bloques: El modelo, que contiene los datos y la funcionalidad de la aplicación siendo independiente de la representación de los datos. Las vistas, que muestran la información al usuario de una cierta forma. Y los controladores (cada vista tiene un controlador asociado), que reciben entradas en forma de eventos que son traducidos a peticiones a la vista o al modelo.

En cuanto al desarrollo de la aplicación, se indicó a los alumnos que utilizarán las tablas de la base de datos construidas en la asignatura de Ficheros y Bases de Datos. Esto fue posible porque en todos los grupos de prácticas de LPS había al menos un alumno que estaba matriculado en FBD, aunque en realidad la gran mayoría de los alumnos estaba matriculado en las 2 asignaturas.

En todo caso, el hecho de empezar la práctica con las tablas ya implementadas y por tanto, habiendo ya trabajado en el problema a resolver, permitió a los alumnos centrarse en la parte de diseño e implementación en Java.

3.3. Programación de Aplicaciones Web

El seminario Programación de Aplicaciones Web (PAW) estudia principalmente la plataforma J2EE [12], haciendo especial hincapié en las tecnologías web de Servlets y JSPs. Como práctica final para la asignatura se ofrecía a los alumnos la posibilidad de realizar una aplicación web de temática libre.

Algunos alumnos decidieron adaptar la práctica que habían realizado en la asignatura de LPS utilizando las tecnologías web que proporciona J2EE. Estas tecnologías probablemente son más apropiadas para el propósito de la aplicación que los applets de Java desarrollados en LPS, puesto que concentran la carga de procesamiento en el lado del servidor, y no en el del cliente.

La arquitectura de la aplicación siguió siendo Modelo-Vista-Controlador, de manera que la parte del modelo de la práctica de LPS se pudo reutilizar con muy pocos cambios, y el trabajo se concentró en reconstruir la vista y el controlador, utilizando para ello JSPs y Servlets, respectivamente.

Como servidor de aplicaciones se utilizó BEA WebLogic Server 8.1. Puesto que la aplicación está implementada conforme a las especificaciones de J2EE, no debería representar demasiada dificultad migrarla a otro servidor de aplicaciones, si fuese necesario.

JavaScript también es un tema complementario del contenido de la asignatura, y se utilizó para realizar algunas comprobaciones en el manejo de los formularios que componen el interfaz web de la aplicación. Esto da como resultado un manejo más cómodo para el usuario, tanto para el profesor autor de material para los exámenes, como para el alumno en el proceso de autoevaluación.

3.4. Aplicaciones Avanzadas de los Lenguajes de Marcado

El objetivo del seminario Aplicaciones Avanzadas de los Lenguajes de Marcado (AALM) es conocer y explotar todo el abanico de tecnologías relacionadas con los lenguajes de marcado, haciendo especial hincapié en los estándares

desarrollados en esta área. Además, se presenta el Servidor XML Tamino (de Software AG).

En lo que respecta a esta asignatura el trabajo de los alumnos se centró en tres áreas distintas:

- Estudio de los requisitos de la aplicación y elección y justificación de los estándares y tecnologías relacionadas con los lenguajes de marcado a tener en cuenta durante el proceso de creación de la aplicación.
- Diseño y validaciones de los distintos Tamino Schemas (TSD), análogos a las tablas de la base de datos relacional diseñada en Ficheros y Bases de Datos.
- Revisión y validación del entorno web para la interacción con el servidor XML y manteniendo de los estándares elegidos.

Como resultado de la experiencia adquirida en esta asignatura los alumnos aprendieron a interactuar con un servidor XML, visualizaron las aplicaciones y mejoras que los estándares relacionados en los lenguajes de marcado proporcionan a la web y, experimentaron con las últimas tecnologías surgidas en el ámbito de los lenguajes de marcado.

3.5. Ingeniería del Software

La asignatura optativa Ingeniería del Software (ISW) se imparte en dos cuatrimestres. En el primero, Ingeniería del Software I, se hace un recorrido por los ciclos de vida y metodologías tradicionales, incluyendo sus técnicas de análisis y diseño. En el segundo, Ingeniería del Software II, se muestra el lenguaje de modelado UML (Unified Modeling Language), apoyado en la metodología RUP® (Rational Unified Process®). Aquí también se muestra el uso de los patrones de diseño, apoyado en herramientas de desarrollo software profesionales.

Los objetivos de la asignatura se centran en el desarrollo de una aplicación software siguiendo la metodología expuesta en clase. La adquisición de los conocimientos se ve evaluada en los trabajos finales. Estos deben contener la arquitectura software, el análisis y el diseño correspondiente a la aplicación. Además deben estar codificadas e implementadas algunas de sus funcionalidades básicas.

La mayor parte de los trabajos de esta asignatura se fundamentan en proyectos sobre pequeñas y medianas empresas que aceptan

colaborar en el desarrollo de la asignatura. Algunas de ellas han mostrado gran interés por que los alumnos desarrollen completamente el proyecto, llegando incluso a admitirlos en prácticas de verano tuteladas a fin de realizar una implantación definitiva de dichos proyectos.

En el caso concreto de la aplicación de gestión de exámenes, un grupo de alumnos realizó un estudio de la arquitectura necesaria para el producto final, tratando de reutilizar parte de los elementos desarrollados anteriormente. A partir de aquí, se realizó un análisis nuevo con la inclusión de nuevas funcionalidades como:

- Gestión del idioma.
- Gestión de los diferentes proveedores de bases de datos.
- Gestión de la ayuda.

Todo este proceso culminó con un nuevo diseño, al cual se le aplicaron patrones de diseño como *singleton* y *facade*, entre otros.

Finalmente y sobre la arquitectura cliente / servidor anteriormente seleccionada, se creó un producto web basado en las tecnologías J2EE (Servlets y JSP), el cual fue desarrollado en las asignaturas de Programación de Aplicaciones Web y Aplicaciones Avanzadas de Lenguaje de Marcado.

El resultado final de esta experiencia se completó con una memoria de documentación y una herramienta software con aproximadamente el 60% de las funcionalidades implementadas, sobre las que se recogían en el documento de diseño.

4. Resultados obtenidos de la experiencia

La experiencia ha sido muy interesante, obteniendo de los alumnos una realimentación positiva sobre la posibilidad de desarrollar aplicaciones de tamaño medio que les permitan enfrentarse a retos similares cuando se inserten en el mercado laboral.

Cabe destacar que esta experiencia es un punto de partida para la evolución de la herramienta y su posible mejora. Por ejemplo, durante el presente año académico en la asignatura de AALM se incidirá en adecuar los cuestionarios planteados al estándar IMS Question & Test Interoperability (IMS-QTI)[13]. Como bien es sabido IMS-QTI describe un modelo de datos para la realización de cuestionarios y el correspondiente análisis de los resultados

producidos. Otro trabajo que queda como tarea pendiente para proponer a los alumnos (se hará durante el segundo cuatrimestre del presente curso en la asignatura de AALM), es la asimilación del estándar MathML que permite describir expresiones matemáticas en la Web para posteriormente adaptar el entorno web de la aplicación para que soporte este lenguaje de metadatos. Una representación de la información matemática basada en metadatos facilita posteriores búsquedas de contenido, su manipulación y gestión, además de ser un elemento consecuente con los objetivos de la Web Semántica.

En lo que respecta a la herramienta actual, un grupo de alumnos especialmente interesado en el tema ha desarrollado una aplicación final que puede ser utilizada para el propósito perseguido. Además estos alumnos están decididos a dar publicidad a su trabajo, en forma de web o aplicación libremente accesible, que sirva como mérito a incluir en su currículum y poder mostrarlos en futuras entrevistas de trabajo.

En cuanto a la aplicación de gestión de exámenes, probablemente comience a utilizarse durante el segundo parcial del presente curso académico en las asignaturas de Cálculo, Álgebra Lineal y Matemática Discreta.

5. Conclusiones

Este artículo presenta la experiencia resultante de la colaboración entre varias asignaturas para la realización de una práctica de media envergadura, donde los alumnos han podido apreciar los diferentes aspectos o vistas a abordar en un proyecto de medio alcance.

La experiencia ha sido muy positiva y se ha obtenido un producto final que se va aplicar en las asignaturas de matemáticas de primero de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, como estaba pensado.

El profesorado ha adquirido conocimientos importantes de cara al establecimiento de procesos de interacción entre varias asignaturas como medio de lograr los objetivos individuales planteados, al mismo tiempo que se orienta a los alumnos hacia unas metas globales y ambiciosas cuyo logro final es ubicarlos en un ambiente de

trabajo cercano al que en un futuro encontrarán en su ámbito laboral.

Además, los alumnos han quedado satisfechos con la experiencia por los conocimientos adquiridos en un trabajo de tamaño medio que involucra a distintas asignaturas, permitiéndoles ampliar el enfoque de un proyecto, teniendo en cuenta sus distintos aspectos: obtención de requisitos y funcionalidades de la aplicación, diseño de la propia aplicación así como de la base de datos a utilizar y, por último, decisión acerca de la tecnología final de implementación (cliente-servidor, applets, JSP, etc...).

Referencias

- [1] Garrido Abenza P.P. y Migallón Gomis H.F. "Cómo motivar al alumnado entrelazando las asignaturas Programación Avanzada y Tecnología de Computadores". *IX Jornadas de Educación Universitaria de la informática*. Cádiz 2003.
- [2] WebCT, <http://about.webct.com/>
- [3] Copinga G.J.C., Verhaegen, M.H.G. y Van de Ven M.J.J.M. "Toward a Web-Based Study Support Environment for Teaching Automatic Control", *IEEE Control Systems Magazine*, pp. 8-19. Agosto 2000.
- [4] VCampus, <http://www.vcampus.com/webuol/>
- [5] Landon B., Bruce R. y Harby A. "Online educational delivery applications: a web tool for comparative analysis". Disponible en <http://www.c2t2.ca/landonline/>
- [6] López Orozco J. A., et. al. "Sistema Automático de Evaluación de Conocimientos". *III Jornadas de Trabajo EIWISA '02*. Abril 2002.
- [7] Universidad de los Andes, <http://www.uniandes.edu.co>
- [8] EAFIT, <http://www.eafit.edu.co/infoedu>
- [9] Sánchez López M. y González Tellez A. "Herramientas de soporte a la evaluación docente basadas en tecnologías web". *X Jornadas de Educación Universitaria de la Informática*. Alicante 2004.
- [10] Claroline, <http://www.claroline.net/>
- [11] Harasim L. "What is Virtual-U?". Disponible en <http://virtualu.cs.sfu.ca/vuweb.new>
- [12] <http://java.sun.com/j2ee>
- [13] <http://www.imsglobal.org/question/>

Recomendaciones para la implantación del PBL en créditos optativos basadas en la experiencia en la EPSC

Sergio Machado**, Roc Messeguer*, Antonio Oller**, M^a Angélica Reyes*, David Rincón, Josep Yúfera**

*Dpto. de Arquitectura de Computadores **Dpto. de Ingeniería Telemática
Escuela Politécnica Superior de Castelldefels
Universidad Politècnica de Catalunya

e-mail: {messeguer,mreyes}@ac.upc.edu {smachado,aoller,drincon,yufer}@mat.upc.edu

Resumen

Se aproximan grandes cambios en la docencia universitaria para su adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Motivados por este contexto de cambio, hemos implantado la metodología docente de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) en la fase optativa de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones en la especialidad de Telemática.

El tema central de este artículo es explicar nuestra experiencia en el proceso de cambio desde una metodología tradicional hacia la metodología PBL. Éste proceso ha sido gradual, en etapas, debido a la falta de experiencias y conocimientos de cambio hacia PBL. A continuación presentaremos y analizaremos los problemas surgidos y los logros conseguidos. Finalmente, proponemos unas recomendaciones que recogen todas nuestras experiencias, y pueda servir de referencia para futuros procesos de implantación de PBL.

1. Introducción

Las metodologías docentes tradicionales, más concretamente las clases magistrales, se pueden beneficiar de otras metodologías complementarias para que los alumnos alcancen los objetivos docentes de una determinada materia. Algunos de estos objetivos docentes, por ejemplo los relacionados con habilidades y aptitudes, necesitan de metodologías donde el alumno sea activo.

En el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) [1] se plantean nuevos modelos centrados en la actividad del estudiante, se amplían los objetivos docentes, incorporando habilidades,

aptitudes y competencias, a las metodologías tradicionales.

Existen muchas metodologías docentes que pueden cubrir estas necesidades. En nuestro caso concreto, en este contexto de cambio, creemos que el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) [2] encaja perfectamente, por lo tanto este artículo se centra en la implantación de la metodología PBL. La aplicación de esta metodología docente en enseñanzas como tecnologías de la información y telemática se considera como innovación docente, ya que bajo contadas excepciones se ha seguido en este campo una enseñanza basada en clases expositivas y prácticas de laboratorio independientes (dando la sensación de aisladas, sin un fin último en los objetivos docentes).

La primera parte del artículo está orientada a definir el aprendizaje basado en proyectos y metodologías cooperativas en lugar de individualistas o competitivas. Posteriormente, se muestra el entorno en el que se ha aplicado la metodología docente que se propone en este artículo. A continuación se comenta la experiencia de implantación de la metodología, con los problemas encontrados y logros conseguidos. A partir de esta experiencia, presentamos un modelo de proyecto. Finalmente, se plantean trabajos futuros y se delimitan conclusiones.

2. Aprendizaje Basado en Proyectos

La metodología de aprendizaje que se propone en este artículo es una adecuación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos (PBL).

Ya en los inicios del siglo XX, John Dewey abogaba por “aprender haciendo”. Este sentimiento es recogido por los constructivistas. El aprendizaje basado en problemas tiene sus orígenes en la Universidad McMaster, en Canadá,

donde se pretendía mejorar la forma en que los estudiantes de medicina adquirían los conocimientos, las competencias y las habilidades necesarias para su trabajo.

Treinta años después de los inicios del PBL, podemos ver que ahora encuentra especial cabida en la Declaración de Bolonia y por consiguiente en el nuevo Sistema Europeo de Transferencia de Créditos que tiene como objetivo medir el valor del esfuerzo requerido por los alumnos para adquirir conocimientos, es decir, se deja de medir el proceso de aprendizaje en horas de docencia para hacerlo en horas de esfuerzo.

Con el aprendizaje basado en proyectos los alumnos construyen su conocimiento sobre la base de problemas de la vida real. “Mientras tradicionalmente primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, en el caso del PBL primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema” [3].

La metodología PBL la conceptualizamos en los siguientes pasos:

1. El equipo identifica las partes, los problemas y requerimientos del proyecto.
2. Los equipos listan los objetivos de aprendizaje relacionados con el proyecto. Se trata de responder a la siguiente pregunta “¿qué necesito saber para desarrollar el proyecto?”.
3. Una vez fijados los objetivos de aprendizaje, cada alumno busca las fuentes de información para construir su conocimiento. Esta información puede venir de las unidades didácticas, bibliografía, información externa, etc
4. En la reunión posterior del grupo cada individuo aporta el resultado de su trabajo, permitiendo así el desarrollo de habilidades de alto nivel como la evaluación, la toma de decisiones y la síntesis.
5. Se trata de crear conocimiento, de modo que el proceso debe retroalimentarse y empezar de nuevo con la identificación de nuevos objetivos de aprendizaje.

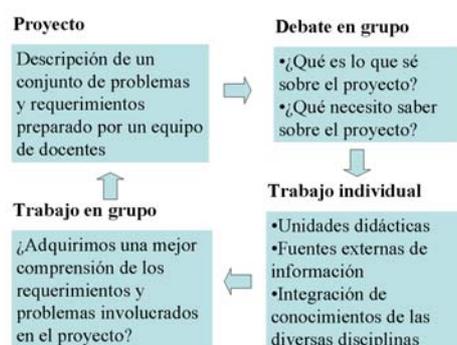


Figura 1. Metodología PBL

Por otro lado, el trabajo en equipo permite sentar las bases de un aprendizaje colaborativo [4] en el que los integrantes de un grupo puedan aprender unos de otros, a organizar su trabajo de manera más eficaz, a desarrollar habilidades interpersonales y a potenciar, a su vez, sus capacidades intelectuales. Sin embargo, también tiene inconvenientes: es más fácil que se produzcan fenómenos de parasitismo, de encubrimiento colectivo o de tiranía. No obstante, las ventajas son superiores a los inconvenientes

3. Entorno Docente

Presentado el PBL, situémonos en el entorno docente concreto sobre el que estamos trabajando y analicemos los varios elementos que lo determinan. Para ello, en esta sección, se hace un breve resumen de los temas que impactan de una u otra forma en la metodología que se propone. Primeramente, se especifica el marco sobre el cual se deberá desarrollar la asignatura en la que se ha realizado el experiencia, es decir, los fundamentos del nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior y la filosofía del sistema de créditos que propone el convenio de Bolonia. Posteriormente, se delinearán algunas recomendaciones que ha seguido la asignatura para mantener unos niveles mínimos de calidad que facilitarán su adaptación al Espacio Europeo. Finalmente, se describe el entorno docente concreto sobre el cual hemos implantando la metodología PBL.

3.1. Espacio Europeo de Enseñanza Superior y Sistema Europeo de Transferencia de Créditos

La creación, antes de 2010, de un Espacio Europeo de Enseñanza Superior homogéneo, integrado en la Declaración de Bolonia (1999) [5], [6] es uno de los objetivos de la Unión Europea. La finalidad última de este propósito pasa por la creación de un sistema educativo de calidad y el incremento de la competitividad a nivel internacional, facilitando la movilidad de estudiantes y docentes.

Uno de los primeros aspectos en los que se está avanzando para la construcción del Espacio Europeo de Enseñanza Superior es la creación del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS) [7].

El sistema de créditos ECTS está centrado en el estudiante; es un sistema que se basa en la carga de trabajo que el estudiante invierte para la consecución de los objetivos de un programa. Estos objetivos se especifican en términos de los resultados del aprendizaje y de las competencias que han de adquirir los alumnos, con lo cual, la metodología PBL que utilizamos presentamos en este artículo se adapta eficientemente a estos esquemas.

Un punto importante para un funcionamiento satisfactorio de la docencia basada en PBL es la correcta estimación de la carga docente del estudiante. En PBL, el estudiante tiende a dedicar mucho más tiempo al proyecto que a la documentación, investigación, etc. En algunos casos muchas más horas de las propuestas para la actividad, aunque a veces sin resultados satisfactorios. Es necesario un sistema de recogida de los tiempos de dedicación de los estudiantes, junto con las tareas realizadas. En nuestro caso, pasamos un cuestionario semanalmente donde los alumnos indican, de forma individual, las horas dedicadas, las tareas de dedicación, los resultados y la planificación de las tareas de la semana siguiente.

3.2. Bloque optativo en Intensificación de Servicios Telemáticos

Este bloque, en el que se ha realizado la experiencia relatada en este artículo, forma parte del tercer curso de la titulación de Ingeniería

Técnica de Telecomunicaciones con especialidad en Telemática, en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la Universitat Politècnica de Catalunya [8].

Una característica importante de esta titulación es la fase optativa. En esta fase el alumno escoge la materia en la que quiere realizar su intensificación. El alumno se matricula de un único bloque de 22,5 créditos y obtiene finalmente una nota única del bloque optativo. En el bloque se matriculan un máximo de 20 alumnos, lo que facilita la implantación del PBL y el seguimiento por parte de los profesores.

El objetivo principal del curso es conseguir que los alumnos realicen un proyecto completo con base en las siguientes cuatro materias: diseño de servicios telemáticos, servicios y sistemas multimedia, sistemas avanzados de seguridad y programación de aplicaciones distribuidas, materias impartidas por un grupo multidisciplinar de profesores de los departamentos de Arquitectura de Computadores e Ingeniería Telemática.

3.3. Características del proyecto, enunciado

La elección del proyecto determinará como mínimo los objetivos de aprendizaje a alcanzar, los recursos necesarios, la posibilidad de aplicar la metodología, la carga de trabajo del profesor y los alumnos. Por ello es necesario realizar un gran esfuerzo inicial para elegir bien el proyecto.

Para el bloque en cuestión teníamos en mente que el proyecto debía de tener estas características:

- Un proyecto abierto que permita conseguir un conjunto amplio de objetivos de aprendizaje, pues un proyecto cerrado los convertiría en especialistas en un determinado tema.
- Un mismo proyecto para toda la clase con múltiples soluciones, para evitar que los grupos pudiesen copiarse.
- Requerimientos y escenario similar a un caso real, que prepare para la práctica profesional y facilite la comparación con casos reales.
- Debía ser desarrollable con los recursos existentes para poder validar la solución y permitir desarrollar habilidades técnicas.

Los juegos, en general, son de sumo interés para los alumnos, promueven su creatividad y como producto final requieren de un cuidadoso diseño de software que va desde una correcta determinación de objetivos hasta la implementación final, pruebas, documentación, etc.

En el bloque optativo, los alumnos crearán un juego en tiempo real en red que tendrá todos los requerimientos expuestos con el que alumnos probarán los conceptos teóricos que deben cubrir. Las únicas limitaciones que tienen los alumnos son las fijadas en este apartado. Cualquier otra cuestión queda abierta y es el grupo el que elige. La única condición está en la temática del juego que tiene que ser diferente para cada uno de los grupos.

A continuación, se describirán brevemente los requerimientos básicos para el diseño e implementación de un juego en red, multijugador y en tiempo real:

- Multijugador: el mínimo número de jugadores debe ser igual al número de componentes del grupo. Sin embargo, el juego debe ser escalable a un número de jugadores mayor.
- No se permiten juegos por turnos.
- El juego no puede ser centralizado (debe ser un juego Peer-to-Peer): se debe conocer y utilizar un servidor para iniciar la partida y guardar datos en él (jugadores en espera, estadísticas, etc.).
- El acceso a los datos del servidor debe poder realizarse desde terminales heterogéneos como pueden ser PDAs, teléfonos móviles, etc.
- Se deberá diseñar un protocolo de transporte para los datos del juego y uno de señalización para la gestión de la partida (jugadores, inicio, final, etc).
- El acceso al servidor debe ser seguro, debe poder realizarse la autenticación de los datos.
- Los juegos se descargarán del servidor (y deberá comprobarse su integridad).
- Tanto el servidor web como las bases de datos deben ser seguros (mediante cortafuegos, protocolos seguros)
- La música del juego se distribuirá mediante streaming.
- Debe implementarse un sistema de comunicación mediante voz entre jugadores.
- Debe considerarse y realizarse el análisis y recogida de información para el dimensionado

del juego, estudiando parámetros como, por ejemplo, el BW, el uso de la CPU, los retardos entre los elementos participantes, las pérdidas, el jitter o la memoria necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.

Esta lista de requerimientos tiene una relación directa con la lista de los objetivos docentes. Tanto los alumnos, como los profesores, necesitan conocer los objetivos de aprendizaje de cada una de las unidades didácticas y del proyecto. En el caso de no estar redactados o claros, el alumno percibe una sensación de descoordinación, improvisación,... Por esta razón, se tiene que tener una lista completa de objetivos docentes del bloque e indicar en qué unidades y partes de proyecto de alcanzan.

En las diferentes ediciones del curso se han realizado juegos correspondientes a diferentes temáticas. Algunos alumnos han escogido juegos iguales o muy similares a otros juegos conocidos y populares como carreras de coches, comecocos, bomberman,... Entre estos, en algunos pocos casos han cambiado algunas de las reglas del juego para adaptarlas a sus gustos. También han realizado proyectos en juegos totalmente originales inventados por ellos con sus propias reglas de juego. En este caso, los juegos estaban basados en temáticas tipo rol o abatares con situaciones y escenarios de la propia escuela.

4. Contexto de implantación del PBL

La implantación del PBL aquí propuesta no es en una nueva titulación, ni en un nuevo plan de estudios, ni en nuevas asignaturas. Partiendo de una metodología basada en clases magistrales, y sin dejar de ofrecer la optatividad correspondiente a la intensificación de sistemas telemáticos, se pretende llegar a una metodología basada en PBL.

Para un cambio brusco de metodología docente, en concreto a PBL, necesita de conocimientos en la metodología, experiencias conocidas en las que basarse y una situación final clara a la cual llegar. En nuestro caso no se cumplían estas premisas, por lo que nos decidimos por hacer un cambio gradual en etapas. Al ser un cambio gradual y no traumático no dejamos de ofrecer el bloque optativo. En este artículo nosotros explicamos nuestra experiencia y algunas recomendaciones para poder servir de guía en otros procesos de implantación del PBL.

Otro de los puntos importantes en el proceso de implantación es no tocar el plan de estudios. No se necesita un costoso, lento y complicado cambio de plan de estudios para el uso de otra metodología docente.

El problema práctico más crítico en este proceso es la elección del proyecto. El enunciado del proyecto, además de cumplir con las características anteriormente comentadas, debe cubrir la mayor parte de los objetivos docentes siendo estimulante para los alumnos. Por estas razones se decidió el juego en red en tiempo real como tema del proyecto.

4.1. Situación inicial

El punto de partida del proceso era muy claro. La optatividad de Intensificación en Sistemas Telemáticos estaba formado por cuatro asignaturas totalmente diferentes correspondientes a las siguientes materias: diseño de servicios telemáticos, servicios y sistemas multimedia, sistemas avanzados de seguridad y programación de aplicaciones distribuidas.

La metodología usada eran las clases magistrales con algunos laboratorios guiados para los objetivos docentes prácticos.

4.2. Situación final

El objetivo final del proceso de implantación era el de conseguir un único bloque optativo en el que se encontraran enmarcadas las cuatro asignaturas mencionadas. El alumno, a la hora de cursar el bloque, debía realizar una única matrícula, el bloque de intensificación. Asimismo, los profesores debían evaluar a los estudiantes con una sola nota final, de manera que desaparecieran las fronteras entre asignaturas.

Con la desaparición de las asignaturas aparecen las unidades didácticas en las que se agrupan los objetivos docentes. Cada una de estas unidades puede consistir en clases expositivas, trabajo en grupo, trabajos individuales, sesiones de desarrollo del proyecto,.... La planificación de estas unidades es casi a la carta según las necesidades del proyecto que se convierte en el motor de funcionamiento, hilo conductor del bloque. El proyecto también es el nexo de unión de todos los contenidos, en el que aparecerán la mayoría de objetivos docentes del bloque.

La relación entre los profesores y los equipos se realizará bajo tres roles. Algunos profesores tendrán el rol de clientes que contratarán los servicios del grupo para la realización del proyecto; otros profesores tendrán el rol de consultor tecnológico para ayudar y resolver problemas a los grupos y finalmente otros profesores tendrán el rol de supervisor del proyecto para realizar un seguimiento individualizado del trabajo de los alumnos.

Se realizará un proyecto completo, con todas sus fases: análisis del enunciado, diseño de la propuesta, implementación del diseño y pruebas de funcionamiento y rendimiento. De esta forma los alumnos tendrán que tomar decisiones y probar diferentes tecnologías.

5. Evolución. Proceso de implantación

Una vez explicada la situación inicial de la experiencia, junto con la definición más o menos clara de la situación final deseada, se pasa a mostrar las diferentes iteraciones del bloque para alcanzar la propuesta.

5.1. Iteración 0. Asignaturas

Esta iteración corresponde a la situación inicial. En esta fase los alumnos se encuentran con las cuatro asignaturas comentadas anteriormente, separadas en cuanto a temarios, pero elegidas de manera que tengan puntos en común para llegar al bloque en futuras iteraciones.

En esta etapa se busca coordinar a todos los profesores implicados y formarlos en la metodología PBL. Otro de los objetivos de esta etapa es ajustar los temarios de las asignaturas. Hay que buscar y potenciar los puntos de unión entre las asignaturas con el objetivo incorporarlos en el futuro proyecto del bloque.

Al no percibir una verdadera coordinación de los temas, alumnos y profesores no perciben ninguna diferencia entre el bloque y cuatro asignaturas totalmente diferentes. Las quejas principales parten por la diferencia en los pesos y formas de evaluar cada una de las asignaturas y la diferente dificultad de cada una de ellas, no reflejada de forma equitativa en la nota final.

5.2. Iteración 1. El proyecto

En esta iteración, los profesores trabajan en la identificación de las partes de temario impartidas en cada una de las asignaturas que puedan definir un proyecto integrador.

En el caso de los juegos en red, el proyecto se pensó en dos fases bien diferenciadas. En la primera, la fase de diseño, los alumnos partieron de unas especificaciones y requisitos iniciales para proponer un diseño. Después se pasa a una segunda fase del desarrollo e implementación del diseño de dicho proyecto.

A mitad del curso, y una vez ya impartida una buena parte de la materia del bloque, los alumnos debieron presentar un primer esbozo de cómo pensaban atacar el proyecto, identificando los problemas principales, las soluciones tecnológicas posibles y razonando las opciones escogidas. La solución propuesta por los diferentes grupos, valorada y aprobada por el equipo docente, la llevaron a cabo en la segunda fase del proyecto de desarrollo e implementación.

Era necesario decidir la duración y carga del proyecto para que cada una de las diferentes asignaturas le dejase horas, ya sea de clases teóricas, prácticas o de aplicación. Esto llevaba a una nueva reestructuración de los temarios y la planificación de cada una de ellas.

Los profesores se encontraron con la dificultad de coordinar las asignaturas y el proyecto debido a la carga y dedicación que éste suponía. También se debe proceder a la evaluación del bloque, en la que se debe considerar tanto el rendimiento en las diferentes asignaturas, como el trabajo que en grupo se ha realizado para el proyecto. Por otra parte, y como primera mejora de cara a los alumnos, el proyecto daba sentido de bloque, un aire de “objetivo final” a las asignaturas.

5.3. Iteración 2. PBL

En esta última fase, desaparecen las asignaturas como tales, y el proyecto se convierte, ahora sí, en el motor del funcionamiento del bloque. La docencia se centra en los equipos, y más concretamente en el alumno.

Los temas se dividen en unidades didácticas, asignadas e impartidas no únicamente por un profesor, sino por varios, lo que confiere al bloque

un carácter temático mucho más integrado. Estas unidades didácticas no son rígidas, al contrario realizan siguiendo las necesidades del proyecto. Es el proyecto, con las necesidades de los equipos y los alumnos los que marcan la planificación de las unidades.

El alumno, dentro de un equipo, se enfrenta a un proyecto completo (análisis, diseño, implementación y pruebas) desde el primer día de clase.

Los alumnos no tienen un horario asignado a cada uno de los profesores o unidades didácticas, sino un horario general de bloque en el que, y según la evolución del proyecto, los profesores planifican las diferentes unidades didácticas intercaladas con las sesiones de desarrollo.

En esta fase aparecen problemas de evaluación docente como la discriminación del rendimiento individual (que puede quedar enmascarado por el trabajo en grupo para el proyecto) o problemas de necesidades de material y el espacio de grupo para un desarrollo adecuado del proyecto.

6. Evaluación docente en PBL

Uno de los aspectos de la metodología de aprendizaje basado en proyectos que más controversia crea es la evaluación del alumno. Nosotros todavía no hemos encontrado un modelo de evaluación. Hemos experimentado con diferentes métodos, las características de un curso con PBL facilitan el uso de diversos métodos de evaluación aparte del tradicional test o control. En un bloque con PBL los alumnos producen un número de productos a través de los cuales pueden evaluarse los conocimientos y habilidades adquiridos por los alumnos.

Cada una de las unidades didácticas finaliza con una evaluación y, por tanto, con una calificación. Se exige un mínimo de conocimientos para superar el bloque. En nuestro caso, este mínimo es superar tres cuartas partes de las unidades didácticas. La nota final de bloque se obtiene a partir de las notas de las unidades didácticas, junto con la nota del proyecto. Esta nota del proyecto, por grupo, obtenida a partir de la propuesta de diseño de proyecto, presentada y defendida públicamente a mitad del curso, con una demostración de funcionamiento, una memoria final de proyecto con los análisis de los resultados y una defensa pública de esta

demostración y memoria realizados al final del curso

Destacamos algunos de los diferentes métodos de evaluación usados en el proyecto y las unidades didácticas. Primero están, los clásicos exámenes para evaluar las unidades más teóricas. Después, los documentos de propuestas de diseño, junto con la defensa oral de las soluciones adoptadas permiten valorar la cantidad de objetivos docentes alcanzados. También la implementación y desarrollo, junto con una demostración final, permiten evaluar las habilidades y aptitudes de gestión/planificación de proyectos en equipo. Documentos, con presentaciones públicas, sobre temas de investigación o documentación, para unidades didácticas de laboratorio guiado, conocimiento de herramientas, etc. Montaje de sencillas maquetas para la evaluación de unidades de conocimiento de tecnologías. Finalmente, el método del portafolio, para la evaluación de tareas y documentos explícitamente no solicitados por los profesores pero que los equipos realizan y desean que sean evaluados por su calidad.

Todos estos métodos se pueden realizar para la evaluación individual y/o del equipo. El problema se presenta al intentar medir la aportación individual de cada miembro en las calificaciones de grupo. Existen diferentes técnicas para intentar medir esta aportación. En nuestro caso hemos probado dos técnicas basadas en la ponderación de la nota de grupo. En una, los pesos, se calculan a partir de los pesos propuestos, de forma anónima, por uno mismo y todos sus compañeros de grupo. En la otra, los pesos, los debaten internamente en los grupos. Esta segunda técnica ha funcionado especialmente bien para discriminar a los miembros parásitos.

Para el correcto seguimiento del trabajo de los equipos, y como orientación a la nota subjetiva, es importante realizar una recogida sistemática e individual de la dedicación, en horas, al proyecto, las tareas realizadas, los logros conseguidos y las tareas futuras.

7. Recomendaciones

La principal recomendación, tras nuestra experiencia, para quien desee crear o transformar un curso tradicional en un curso basado en proyectos es que empiece el curso proponiendo a

los alumnos un proyecto sencillo con una duración corta pero flexible. Los alumnos irán enriqueciendo el proyecto en diferentes ediciones del curso con objetivos de aprendizaje. Es importante la correcta planificación del proyecto, desde el enunciado hasta la solución. Se tiene que evitar que los alumnos intenten desarrollar una solución sin haber pasado antes por importantes fases para el aprendizaje como lo es el diseño y la posterior evaluación del mismo.

Un punto crítico en este modelo es la elección del tema del proyecto. Tiene que ser un tema estimulante para los alumnos, abierto con múltiples soluciones, que cubra el mayor número de objetivos docentes posibles, etc.

Una afirmación que todo docente de la metodología PBL tiene que tener presente es: no se puede dar el mismo temario que en clases tradicionales. Hay partes del temario que no se podrán ver o habrá que buscar formas ingeniosas para introducirlas en el proyecto, o en otro tipo de actividades. Hay menos horas de clases magistrales y gran parte de estas horas hay que dedicarlas a los conocimientos necesarios para el diseño, evaluación y desarrollo del proyecto.

En el número de alumnos no hemos llegado a ninguna conclusión. No podemos afirmar hasta en qué cantidad de alumnos por aula se puede usar el PBL como metodología. Tampoco hemos llegado a ninguna conclusión sobre el tamaño de los grupos; parece que entre cuatro y seis alumnos por grupo permite realizar proyectos grandes casi reales, no solo académicos. Tamaños más grandes son difíciles de coordinar, tamaños más pequeños requieren de un proyecto mucho más sencillo.

El proceso de evaluación es uno de los que puede presentar más cambios. Pueden usarse muchísimas técnicas de evaluación, algunas de las cuales hemos comentado. Sólo tienen que ajustarse a los objetivos docentes que se quieren evaluar en la actividad concreta. Los problemas que presenta el PBL en este proceso de evaluación son la dificultad de discriminar la calificación entre los miembros de un mismo grupo y la posible carga adicional de tener más evaluaciones y el uso de técnicas de evaluación más costosas.

8. Conclusiones

En este artículo se ha mostrado que es posible implantar la metodología docente de aprendizaje

basado en proyectos PBL en un bloque curricular implicando diferentes asignaturas, profesores, departamentos, etc. sin casi cambios en el plan de estudios. También se ha mostrado que este nuevo bloque optativo encajaría en el futuro sistema de créditos europeos ECTS.

No han aparecido grandes dificultades en la implantación. Las dificultades principales encontradas han sido las esperadas: una importante tarea de coordinación entre profesores y la dificultad de encontrar un proyecto que integre los objetivos docentes y sea estimulante para los alumnos.

Queda como trabajo futuro evaluar la calidad de los conocimientos adquiridos por los alumnos siguiendo esta metodología y poder compararlos con las metodologías tradicionales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels, en especial a su director Miguel Valero. También debemos resaltar el apoyo y ayuda prestadas por parte de los alumnos que han cursado la optatividad de Intensificación en Sistemas Telemáticos durante el proceso de cambio a la metodología PBL.

Referencias

- [1] Boletín de Educación Superior. Enero 2003. Número 25. [En línea] http://www.crue.org/Bolet_educ_ESP25.htm
- [2] Project-Based Learning. [En línea] <http://meds.queensu.ca/medicine/pbl/pblhome1.htm>
- [3] El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica. Instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey. [En línea] <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/>
- [4] David W. Johnson, Roger T. Johnson, Karl A. Smith. Cooperative Learning Increasing College Faculty Instructional Productivity. Eric Digest. Febrero 1992.
- [5] Guy Hang. Trends in Learning Structures in Higher Education. Reunión de Bolonia18-19 de Junio 1999. [En línea] <http://www.rektorkollegiet.dk/sider/publikationer/english/trends2.pdf>
- [6] Domingo Docampo. La Declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España. [En línea] <http://www.upc.es/upcfaeuropa/catala/documents/reflexio/bolonia.pdf>
- [7] Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos (ECTS). [En línea] http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects_es.html
- [8] Campus Digital EPSC [En línea] <http://www-epsc.upc.es/>

Sistema Docente de Realimentación Inmediata en Clases Prácticas

Miguel Riesco, Marián Díaz

Dpto. de Informática
Universidad de Oviedo
c/ Calvo Sotelo, s/n 33007 Oviedo
e-mail: {albizu, fondon}@uniovi.es

Resumen

La realización de clases prácticas con ordenador es un apartado imprescindible en la formación de cualquier profesional de la informática. Sin embargo, en ocasiones su realización no es todo lo fructífera que pudiera llegar a ser, ante el elemento de distracción que aporta el ordenador a la explicación del profesor. Éste, por otro lado, no suele darse cuenta de los problemas de los alumnos con la materia que ha explicado hasta el examen o corrección de la práctica.

En este artículo se describe un sistema que, aprovechando la presencia de ordenadores en el aula, pretende ayudar a la solución de ambos problemas, utilizándolos para que el alumno se centre en la clase y vaya contestando, sobre la marcha, las preguntas que va lanzando el profesor en el transcurso de la clase, y pudiendo éste, así, conocer si los alumnos le están entendiendo o no.

1. Introducción

En la docencia de Informática un gran número de asignaturas incluyen en su programa la realización de clases prácticas con ordenador. Este tipo de trabajo por parte del alumno es fundamental para su formación, dado que le permite obtener y poner en práctica conocimientos que por medio de una docencia exclusivamente teórica sería imposible.

Aunque hay tantas formas de impartir las clases prácticas como profesores, muchas de ellas podrían verse reflejadas en el siguiente escenario: en primer lugar, el profesor describe el trabajo a realizar y algunos aspectos teóricos necesarios para llevar a cabo dicho trabajo; después el alumno lleva a cabo el trabajo asignado, pudiendo solicitar la ayuda del profesor en caso necesario. Mientras los alumnos realizan el trabajo, el profesor puede ir revisándolo, para darse cuenta

de los problemas que va teniendo cada alumno. Así, el profesor puede ir aclarando las dudas surgidas, bien de forma individualizada o bien a toda la clase en caso de errores comunes, muchas veces derivados de una deficiente explicación de los conceptos previos a la práctica.

De todo el escenario descrito la fase más productiva desde el punto de vista docente es la última, dado que del contacto directo con los alumnos y con su trabajo, el profesor puede obtener información sobre la asimilación de la materia por parte de los alumnos, y puede corregir sobre la marcha los problemas que hayan ido surgiendo.

La situación descrita, casi idílica, en la realidad se transforma en otra donde hay más sombras que luces. Entre los problemas que suelen aparecer en este tipo de prácticas podemos citar las siguientes:

- Falta de atención a la explicación previa del profesor. Al tener a su disposición un ordenador, casi siempre conectado a Internet, los alumnos suelen aprovechar para leer el correo, navegar, completar las prácticas de sesiones anteriores, etc.
- Imposibilidad de seguimiento personalizado. La masificación actual incluso en clases de laboratorio obliga a atender en sesiones de prácticas de una hora a entre 20 y 30 alumnos. Restando el tiempo de la explicación previa y haciendo un simple cociente, es fácil darse cuenta de que no queda mucho tiempo para dedicar a cada alumno. Esto hace que no se detecten los posibles problemas de comprensión hasta la corrección final de la práctica, dado que los socorridos “¿se ha entendido?”, “¿hay preguntas?” o “¿alguna duda?” suelen tener en la mayor parte de los casos la llamada por

respuesta, debido a múltiples factores que merecerían un artículo aparte.

2. En busca de la atención perdida

Ante la situación descrita en el punto anterior nos hemos planteado qué se puede hacer para mejorar la docencia en las clases prácticas. A lo largo de varios años se han ido introduciendo <http://www.software995.com> diversas modificaciones que, en general, no han logrado responder adecuadamente a la problemática expuesta.

Entre estas soluciones que se han ido probando se describen a continuación aquellas que, en un principio, parecían más prometedoras.

2.1. Limitar el acceso a los ordenadores

Un primer intento que llevamos a cabo fue limitar el acceso a los ordenadores durante la explicación del profesor.

Esta medida ayuda a “alejarse” del alumno una posible distracción, pero no les motiva a prestar atención.

Otro inconveniente importante que tiene es que, en muchas explicaciones, los alumnos deben probar cosas sobre el ordenador. No todos los estudiantes son igual de ágiles a la hora de trabajar con el ordenador, con lo que intentar aplicar esta medida de manera intermitente durante la clase, además de convertir al profesor en policía, puede hacer que, mientras unos alumnos están aburridos porque ya han probado lo propuesto por el profesor y se dedican a “otras cosas”, a otros no les dé tiempo en el periodo establecido.

Además, hoy en día muchos alumnos utilizan el ordenador para ir tomando notas de lo que explica el profesor, con lo que esta solución les impediría realizar tal cosa.

2.2. Limitar el acceso a servicios “atractivos”

Vistos los inconvenientes de la medida anterior, y para evitar que los alumnos más rápidos (o los más atrevidos) aprovechen el tiempo de acceso al ordenador para dedicarse a otras cosas, se intentó limitar el acceso a los servicios más utilizados por los alumnos, como pueden ser el www o el correo electrónico, durante las horas de prácticas.

Además de las dificultades técnicas inherentes a tal medida (era casi imposible limitar el acceso sólo a los alumnos en prácticas sin afectar a los alumnos del resto de aulas) en muchas prácticas se requiere de los alumnos la búsqueda de información en la red, dejando la puerta abierta a que busquen otro tipo de “información”.

En definitiva, esta medida no pasó de la fase de idea.

2.3. Entrega del trabajo de cada sesión

El siguiente paso en el intento de mejorar las clases prácticas fue el diseñarlas de tal forma que haya que realizar un pequeño ejercicio independiente para cada una de las sesiones de prácticas, de tal manera que el alumno no pueda permitirse el lujo de perder el tiempo realizando tareas ajenas a la práctica.

Utilizando este esquema de realización de prácticas, además, el profesor puede seguir mucho más de cerca la evolución de los alumnos, puesto que tiene un trabajo evaluable tras cada sesión.

Esta idea en principio parece buena, pero se han observado una serie de inconvenientes:

- Muchas veces los alumnos se lanzan a realizar el ejercicio propuesto al mismo tiempo que escuchan al profesor, lo que conlleva que, en muchas ocasiones, ni aprovechen las explicaciones ni sean capaces de realizar correctamente el ejercicio.
- Los ejercicios a realizar en solo una hora deben ser necesariamente sencillos, lo que dificulta la realización de proyectos más complejos. Podría dividirse una práctica complicada en ejercicios simples a entregar tras cada sesión de prácticas, pero un error en una fase inicial puede hacer fracasar la práctica completa.
- Obliga al profesor a corregir un número de ejercicios muchas veces inabordable. Si tras una práctica típica que dure 6 horas debe corregir un ejercicio por alumno, con este esquema debería corregir un número 6 veces superior de ejercicios. Con la masificación actual de la universidad española no parece que sea sencillo llevar a la práctica esta opción.

Estos inconvenientes hicieron que, si bien se intentó llevar a cabo las prácticas de esta manera, no se pudieran obtener los beneficios esperados.

ante la imposibilidad de corrección a tiempo de todos los ejercicios, limitándose la evaluación de la práctica a la corrección del ejercicio final.

3. Sistemas de respuesta electrónica

Los sistemas de respuesta electrónica (*Electronic Response Systems*), también denominados *Classroom Communication Systems*, han sido utilizados desde finales de los años 50 como apoyo a la docencia de distintas materias y a distintos niveles. A pesar de su difusión por el resto del mundo (principalmente en EE.UU.) no tenemos constancia de que hayan sido utilizados hasta el momento en universidades españolas.

La base de estos sistemas radica en dotar a cada alumno de un elemento técnico (una botonera, un mando a distancia, un PDA, etc.) que le permite interactuar con el profesor.

Durante las cuatro décadas de su existencia han ido evolucionando desde elementos bastante rudimentarios (botoneras conectadas mediante cables y amperímetros para medir el número de botones pulsados) hasta aparatos tan sofisticados como puede ser un PDA o bien dispositivos inalámbricos especialmente diseñados para este fin, como Qwizdom [9], CPS (Classroom Performance System) [3] o PRS (Personal Response System) [7].

Los sistemas de respuesta electrónica han sido utilizados como base para la aplicación de distintas técnicas docentes. La más habitual es para la obtención de una realimentación inmediata del aprovechamiento del alumno, utilizándose como medio para que el alumno responda a alguna pregunta (de tipo test) lanzada por el profesor, que inmediatamente dispone de estadísticas de aciertos y fallos, pudiendo ampliar la explicación de algún punto que haya quedado oscuro.

Este tipo de sistemas también se han empleado para fomentar el trabajo colaborativo de los alumnos [8], para guiar la velocidad de exposición del profesor [5], etc.

Se han realizado, además, diversos estudios sobre si su utilización aumenta el grado de aprendizaje de los alumnos, y si bien hay datos contradictorios al respecto, la mayor parte de los artículos consultados no han observado diferencia significativa entre aquellos alumnos que han utilizado una técnica basada en estos sistemas y aquellos que no.

4. Nuestra propuesta

Las soluciones expuestas en el apartado 2 tenían un carácter más punitivo que estimulante para los alumnos. Además, en ningún caso se planteaba cómo obtener de manera sencilla datos de la evolución de los alumnos. Vistos estos inconvenientes diseñamos un nuevo sistema para impartir las clases prácticas, con dos objetivos fundamentales:

- Aumentar la atención de los alumnos por las explicaciones del profesor.
- Permitir a éste obtener de modo sencillo y rápido indicadores del grado de aprovechamiento de las explicaciones.

La propuesta está inspirada en la utilización de un sistema de respuesta electrónica. Podríamos haber utilizado un producto comercial, como los anteriormente indicados, pero su coste (cerca de 3000 € de un sistema para 32 alumnos), nos impulsó a buscar otra solución. Teniendo en cuenta que estaba dirigida, en principio, a clases de prácticas, donde los alumnos tienen a su disposición un ordenador, decidimos montar nuestro propio sistema donde el elemento que utiliza el alumno para contestar es el propio ordenador.

Lógicamente, esta técnica podría ser utilizada también en clases de teoría, siempre y cuando se disponga o bien de un ordenador o PDA por cada alumno o bien un sistema comercial de los antes expuestos.

4.1. Parte primera: las preguntas

Básicamente la técnica es sencilla. Se basa en la tradicional fórmula de ir proponiendo durante la explicación pequeños ejercicios o preguntas que sirvan para evaluar si se ha entendido lo que se ha explicado o no. Haciendo uso de los ordenadores ante los que están sentados, los alumnos responden en el momento mediante una aplicación informática apropiada que, además, automatiza la obtención de resultados.

Los pasos detallados a seguir son los siguientes:

1. El profesor, con anterioridad a la realización de la clase, prepara un conjunto de preguntas sobre los conceptos que va a explicar en esa clase, y cuyas respuestas por parte de los alumnos

puedan servirle para saber si esos conceptos se han comprendido o no.

2. Durante la explicación de la materia, el profesor lanzará, en el momento oportuno, cada una de las preguntas, las cuales llegarán al alumno como una ventana emergente en la pantalla de su ordenador.



Figura 1. Ventana emergente en la terminal del alumno

3. El alumno deberá responder a la pregunta, utilizando el formulario presente en la ventana que le ha surgido en su terminal, en el plazo más breve posible.
4. Transcurrido el plazo que el profesor haya fijado éste podrá consultar las respuestas de los alumnos. Si bien este esquema permite la realización de cualquier tipo de pregunta, es más adecuado para preguntas de tipo test, puesto que el sistema puede corregirlas presentando estadísticas de aciertos y fallos de manera inmediata.

Opción	Correcta*	Acertios*	Fallos
a	SI	93	7
b	SI	86	14
c	SI	66	34
d	NO	96	4

Figura 2. Página con los resultados de una pregunta

De esta manera, el profesor puede saber sobre la marcha si los alumnos han asimilado los conceptos expuestos o si, por el contrario, debe incidir sobre alguna parte de ellos.

Todo lo expuesto hasta ahora facilita la tarea del profesor en cuanto a la obtención de una rápida realimentación del aprovechamiento docente por parte del alumno, pero nada impide a los alumnos el seguir navegando mientras el profesor explica. Hace falta, además, un incentivo para que se preocupen de estar atentos al profesor y a las preguntas que lance.

4.2. Parte segunda: el concurso

Pocas cosas hay que estimule a una gran mayoría de los alumnos que la competición. Por eso, la segunda parte de nuestra propuesta consiste en la realización de un concurso o campeonato, donde se premiará, además de que las respuestas sean correctas, la rapidez en las mismas.

A partir de esta idea básica se pueden desarrollar múltiples tipos de campeonatos, en función de cómo se establezca la clasificación (suma de tiempos de las respuestas correctas, penalizando las incorrectas, asignando puntos en función del orden de contestación de cada pregunta y sumando estos puntos, realizando una clasificación por sesión o una global por toda la práctica, etc.).

En nuestro caso, tras deliberar profundamente los pros y los contras de cada opción, hemos elegido un esquema que tenga en cuenta los siguientes parámetros:

1. Se debe incentivar la participación de todos los alumnos, por muy atrás que vayan en la clasificación general.
2. Se debe penalizar las respuestas equivocadas, para evitar la contestación al azar de las preguntas.
3. Se debe premiar a los alumnos que participen asiduamente y con éxito en todas las sesiones de prácticas.

Con estas premisas, planteamos el concurso de manera similar a una competición de Fórmula 1 o a un campeonato del mundo de motociclismo: cada una de las pruebas (sesiones de prácticas) tendrán un ganador, pero será más importante mantener un buen nivel durante todas ellas para ser el ganador del campeonato. Dado que cada prueba (sesión de prácticas) consta de varias

“etapas” (preguntas), también se publicitarán las posiciones de cada alumno en estas etapas individuales.

Bases del concurso

Las bases concretas que elaboramos para el concurso son las siguientes:

1. El campeonato estará estructurado en una serie de pruebas (correspondientes con cada uno de las sesiones de prácticas).
2. Cada prueba estará constituida a su vez por un conjunto de preguntas. Para cada pregunta se establecerá una clasificación de entre aquellos que la hayan contestado correctamente. Esta clasificación estará ordenada según el tiempo que hayan tardado en contestarla, y cada posición tendrá asociada una puntuación.
3. Las puntuaciones asignadas a cada posición serán las siguientes:

Primero: 20 pts	Segundo: 16 pts
Tercero: 13 pts	Cuarto: 11 pts
Quinto: 9 pts	Sexto: 7 pts
Séptimo: 5 pts	Octavo: 3 pts
4. Las respuestas erróneas serán penalizadas con 5 puntos en la clasificación de la prueba.
5. Tras cada prueba, se establecerá una clasificación de la misma en función de la suma de los puntos acumulados tras la realización de las preguntas correspondientes a una sesión de prácticas. Cada puesto de esa clasificación tendrá asignado una puntuación, siguiendo el mismo esquema anterior, que sumará para el total del Campeonato.
6. En caso de empate en la clasificación de una prueba, se desempatará utilizando la suma de los tiempos de aquellas preguntas que aportan puntos a la clasificación.

7. En caso de empate en la clasificación final, se utilizará para desempatar el total de los puntos obtenidos en todas las pruebas, y si aún así persistiera el empate se utilizaría la suma de los tiempos de aquellas preguntas que aportan puntos a la clasificación.

Premios

8. Este concurso carece de premios materiales. De momento, sólo la satisfacción de verse en el frente de la clasificación puede ser ofrecido como premio.

5. Puesta en marcha

Para comprobar la validez de la propuesta se ha implementado un prototipo donde el profesor puede lanzar las preguntas y que hará que, independientemente de lo que estén realizando en esos momentos, en los ordenadores de los alumnos se despliegue una ventana con un formulario para contestar la pregunta, además de generar un aviso sonoro para llamar su atención..

Una vez contestada la pregunta, y pulsando el correspondiente botón de “Enviar”, el sistema registrará la respuesta y actualizará las estadísticas y las clasificaciones correspondientes. Tanto las estadísticas como las clasificaciones son accesibles al momento a través de una página web creada y actualizada automáticamente por el sistema.

5.1. Implementación técnica

Para la realización del prototipo que nos ha permitido probar la técnica descrita se han realizado una serie de programas, utilizando distintos lenguajes y plataformas de desarrollo. La arquitectura básica del sistema es la siguiente:

- En primer lugar se almacenan, en una máquina servidor, un conjunto de ficheros en lenguaje XML, correspondientes a cada una de las preguntas que el profesor quiere lanzar. Sólo se da soporte a preguntas de tipo test.
- En los ordenadores de los alumnos está ejecutándose un programa cliente que, en el momento en que entra en sesión un alumno, envía la identidad de éste y la máquina en la que está trabajando al servidor. A



Figura 3. Página web con la clasificación

continuación, el cliente se duerme esperando a recibir órdenes de la máquina servidora.

- En el momento en que el profesor quiere lanzar una pregunta, ejecuta un programa indicando la pregunta que quiere lanzar. Este programa se comunica con los programas instalados en los ordenadores de los alumnos, que, al recibir la orden, despliegan un explorador de Internet visualizando la dirección web que el servidor le ha comunicado (y que se corresponde con una página que despliega un formulario para contestar a la pregunta).
- Una vez finalizado el tiempo, el profesor ejecuta otro programa que hace que no se acepten nuevas preguntas, al mismo tiempo que genera la página de estadísticas de aciertos y fallos, actualiza los ficheros de las distintas clasificaciones del “campeonato” y las publica en páginas web apropiadas.

Para realizar todas estas aplicaciones se han utilizado distintos lenguajes:

- Los programas cliente se han realizado en C sobre Windows, utilizando el Microsoft Internet Explorer como navegador para visualizar y contestar las preguntas.
- La parte del servidor se ha implementado sobre un sistema Linux con un servidor web Apache, utilizando programas en C, *scripts* del shell y en perl para llevar a cabo la obtención y almacenamiento de resultados, así como la generación de estadísticas y clasificaciones.

Obviamente, el interfaz de usuario del profesor dista mucho de ser fácil de utilizar, pero se trataba de poner en marcha el sistema cuanto antes para comprobar su viabilidad.

En la actualidad se está desarrollando un sistema más completo, seguro y fácil de utilizar para poder seguir probando la técnica descrita por parte de un mayor número de profesores y para hacerlo de una manera mejor y más fiable.

5.2. Guión de explicación de una práctica

Independientemente del apoyo tecnológico del que se disponga, no es sencillo realizar la transición desde un sistema de prácticas tradicional a un sistema basado en la técnica aquí propuesta. A modo de ejemplo, presentamos a continuación el guión resumido que se ha seguido

en la docencia de una clase práctica de la asignatura de Sistemas Operativos, del segundo curso de la Ingeniería Técnica en Informática de la Escuela de Informática de Oviedo

La práctica en cuestión trata implementar la simulación de algunas tareas que debe realizar el sistema operativo relativas a la gestión de procesos. Consistirá básicamente en realizar un programa que incorpore tres opciones que permitan, respectivamente, crear procesos, avanzar un paso de simulación en la ejecución de los mismos y salir del programa.

La práctica está estructurada en 5 sesiones de trabajo, donde cada sesión a su vez se divide en una fase de explicación (en la que se lanzan preguntas al alumno) y una fase donde el alumno realiza el trabajo propuesto. El guión para la primera sesión de prácticas será la siguiente:

1. *Explicación:* Objetivo global de la práctica.
2. *Pregunta:* Relativa a las funciones a realizar por el subsistema de gestión de procesos de un sistema operativo.
3. *Explicación:* Opciones del programa. Descripción general de cada opción.
4. *Pregunta:* Relativa a las funciones a realizar en una de las opciones del programa.
5. *Explicación:* Describir el ejercicio a realizar en la primera sesión (creación de procesos).
6. *Pregunta:* Relativa a cómo implementar el PCB del proceso.
7. *Tiempo reservado a la implementación por parte del alumno.*

En cada una de las fases de explicación se comentarán brevemente los resultados obtenidos de las preguntas, a no ser que sea exageradamente malos (se estima que es así si el porcentaje de aciertos es inferior a un 50% [2]), en cuyo caso habrá que intentar aclarar el concepto erróneamente entendido.

Para cada una de las sesiones de prácticas hay que diseñar cuidadosamente el guión a seguir, de manera similar a la aquí indicada para la sesión 1, y seguirlo escrupulosamente, dado que las preguntas a realizar están ligadas a la explicación anterior.

6. Resultados de la experiencia

La puesta en práctica de la técnica docente aquí presentada ha tenido muchos problemas. A principio de curso problemas organizativos en el

Centro (con traslado de edificio incluido) han impedido contar con un laboratorio estable donde poder instalar los programas necesarios. Más tarde, distintos problemas de conectividad de la red y los inevitables fallos en las primeras versiones de las aplicaciones que dan soporte a la técnica docente aquí expuesta, han impedido tener la continuidad necesaria para poder llevar a cabo la experiencia de una forma ordenada y metódica, necesaria para la obtención de resultados que puedan considerarse fiables.

De todas formas, se ha podido hacer un conjunto reducido de pruebas de donde hemos podido obtener una serie de conclusiones provisionales sobre de la opinión de los alumnos acerca del sistema:

- La gran mayoría de los alumnos lo han aceptado de buen grado, algunos incluso con entusiasmo. Sin embargo, el grado de aceptación decae a medida en que va desapareciendo “la novedad” del sistema, perdiéndose el entusiasmo inicial.
- La mayor parte de los alumnos consideran que ha sido una experiencia provechosa para su formación, si bien no hay datos analíticos que demuestren esta apreciación.
- Por último, se ha constatado que el grado de absentismo en los grupos donde se aplica la técnica descrita es algo menor que en el resto de los grupos.

Estos resultados hay que tomarlos con toda prudencia, dado que han sido obtenidas a partir de encuestas realizadas fuera de todo rigor científico; hasta que se lleve a cabo la experiencia durante un periodo de tiempo más largo y de una manera más sistemática y metódica, cosa que esperamos realizar durante el curso que viene, no se podrán conocer los beneficios que la utilización que esta técnica docente puede aportar.

Respecto al profesor, de manera muy subjetiva y con todas las reservas antes señaladas, se considera que los resultados de cada una de las preguntas propuestas son una fuente muy fiable del grado de aprovechamiento de los alumnos respecto a sus explicaciones, sirviendo los resultados estadísticos de aciertos y fallos, además, como una perfecta excusa para profundizar en explicaciones que, de otra manera, no se harían ante el temor de estar repitiendo cosas sobradamente conocidas.

7. Conclusiones

Se ha presentado en este artículo una técnica novedosa para lograr dos objetivos:

1. Aumentar la atención del alumnado ante la explicación del profesor, animando al alumno a aplicar los conceptos expuestos inmediatamente después de ser explicados.
2. Obtener de manera inmediata un indicador del grado de aprovechamiento de las explicaciones del profesor.

Se ha desarrollado una herramienta, en forma de prototipo, que ha permitido aplicar esta técnica, si bien de manera bastante limitada.

De la experiencia llevada a cabo se ha podido apreciar que, si bien es pronto para catalogar estos resultados como definitivos y fiables, la técnica es bien aceptada por parte de los alumnos, que la consideran positiva para su formación y el grado de absentismo de los alumnos disminuye ligeramente con respecto a una docencia tradicional.

En relación al profesor se ha constatado que aprecia la experiencia como muy positiva, al poder conocer, de manera rápida y objetiva, si los alumnos están siguiendo sus explicaciones o no.

Referencias

- [1] Brown J. D. *An Evaluation of the Spitz Student Response Systems in Teaching a Course in Logical and Mathematical Concepts*. Journal of Experimental Education, 40 (3), pp.12-20, 1972
- [2] Casanova J. *An instructional experiment in organic chemistry, the use of a student response system*. Journal of Chemical Education, 48 (7), 453-455, 1971
- [3] Classroom Performance Systems
<http://www.einstruction.com>
- [4] Draper S.W. y Brown M.I. *Increasing Interactivity in Lectures Using an Electronic Voting System*. Journal of Computer Assisted Learning 20, pp 81-94
- [5] Grag D. P. *Experiments with a computerized Response System: A Favorable Experience*. Proceedings of the Conference on Computers in the Undergraduate Curricula, Fort Worth, Texas, EE.UU, 1975

- [6] Judson, E. y Sawada, D. *Learning from Past and Present: Electronic Response Systems in Collage Lectura Halls*, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching (2002), 21(2), pp. 167-181
- [7] Personal Response System
<http://www.gtccalcomp.com/interwriteprs.htm>
- [8] Poulis J., Massen C., Robens E. y Gilvert M. *Physics Lecturing with Audience Paced Feedback*.
<http://www.bedu.com/Publications/PhysLectAFP.pdf>, 1997
- [9] Quizdom <http://www.quizdom.com>

Aplicación de Técnicas de Aprendizaje Cooperativo en la Parte de Teoría de una Asignatura de Primero, con Aulas Masificadas

Carlos E. Vivaracho Pascual, Arancha Simón Hurtado, Alejandra Martínez Monés

Dpto. Informática
Universidad de Valladolid
Campus Miguel Delibes, 47011 Valladolid
e-mail: [\[cevp.arancha.amartine\]@infor.uva.es](mailto:cevp.arancha.amartine@infor.uva.es)

Resumen

Ante la realidad actual de nuestras aulas, y el reto del nuevo Entorno de Educación Europeo, un grupo de profesores de Ingeniería de la Universidad de Valladolid, hemos formado el *GRrupo de Estudio para la Innovación Docente en las Ingenierías* (GrEIDI), con el objetivo de trabajar de manera conjunta en el estudio e implantación de nuevas metodologías docentes. En este sentido, el año pasado (curso 03/04) se llevó a cabo con éxito (tanto en valoración de los alumnos, como en resultado académico) una primera experiencia de aplicación de técnicas de Aprendizaje Cooperativo, en uno de los tres grupos de una asignatura de 1º de I.T. Informática de Gestión. El reto este año era extender la metodología a los tres grupos, con el problema añadido de su elevado número de alumnos (102, 60 y 59). En el presente trabajo mostramos la experiencia realizada, y algunas de las conclusiones extraídas de ella. Con respecto a éstas, podemos anticipar, en primer lugar, que el simple hecho de haberla podido llevar adelante demuestra que, incluso en las condiciones expuestas, se pueden aplicar técnicas docentes alternativas a las clásicas, y, en segundo lugar, que la experiencia ha sido positiva, tanto para nosotros, como para los alumnos, aunque todavía quedan detalles que mejorar.

1. Introducción

En el presente trabajo presentamos una experiencia de innovación docente, basada en Aprendizaje Cooperativo (AC), en la asignatura de Fundamentos de Informática I, asignatura de primer cuatrimestre, de 1º de I.T. Informática de Gestión, de la Universidad de Valladolid.

¿Por qué innovar en la docencia?, o sin querer llegar tan lejos, ¿por qué intentar metodologías docentes alternativas a la clásica? Aunque en el

entorno universitario el concepto de innovación y experimentación de nuevas alternativas parece evidente en muchos campos, no lo es tanto en el docente. Bajo nuestro punto de vista, sin embargo, creemos es importante no descuidar este aspecto, ya que no debemos olvidar nuestra faceta de educadores: más allá de la simple transmisión de conocimientos, debemos ayudar a que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias que les sean útiles a lo largo de su vida profesional. Bajo este punto de vista, merece la pena seguir intentando mejorar la forma en que impartimos conocimientos, y plantear nuevos métodos que mejoren el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Otra razón importante a tener en cuenta para modificar la metodología docente clásica, además de los consabidos problemas y limitaciones que tiene, es la profunda reforma que supone el Entorno Europeo de Educación Superior. Su implantación implica, no sólo la modificación del contenido de los estudios, sino también, y fundamental para que el cambio de mentalidad y objetivos formativos sea efectivo, de la forma de impartir esos contenidos [3].

¿Por qué aplicar AC? Podemos definir AC como el uso de pequeños grupos para que los estudiantes trabajen juntos, y se maximice el proceso de aprendizaje, tanto propio, como del resto de miembros del grupo [4]. Para que un grupo pueda ser considerado cooperativo, se debe crear una interdependencia positiva entre sus miembros, cada uno debe responsabilizarse de su parte del trabajo, de manera que la interacción fomente el que todos aprendan unos de otros [4].

A pesar de las muchas ventajas del AC, muchos son los problemas planteados en la implantación de técnicas de este tipo, por lo que su utilización es escasa en nuestras aulas [7]. Sin embargo, es una de las técnicas más ampliamente usadas desde hace mucho tiempo en la innovación docente, con resultados positivos probados tanto en la mejora del proceso de aprendizaje, como en el de la adquisición de competencias adicionales

[1][2][4]. Muchas son las referencias de uso práctico, tanto dentro de España¹, como fuera [2][4], lo que hace que sea fácil el encontrar técnicas y/o ideas que se puedan adaptar a cualquier entorno y asignatura.

Por esto, decidimos probar su utilización el curso pasado (curso 03/04) en *Fundamentos de Informática II* [8][5], asignatura de segundo cuatrimestre de 1º de I.T. Informática de Gestión Dada nuestra inexperiencia, y la de los alumnos en este tipo de técnicas, se decidió probar con uno de los tres grupos de primero, más concretamente, el menos numeroso (40 alumnos). La experiencia se extendió tanto a la parte de laboratorio, como a la de teoría, centrándonos aquí en esta segunda.

El resultado de la experiencia fue positivo, tanto en la valoración realizada por los alumnos, como en su rendimiento académico, logrando un 71% de aprobados en el examen, frente al 38-40% en los grupos donde no se realizó la experiencia, siendo el examen igual para ambos.

Debido a estos resultados, se decidió extender su aplicación a todas las materias impartidas por los profesores involucrados en la experiencia, y a todos los grupos donde se imparten, introduciendo algunos cambios que mejoraran los aspectos negativos observados. Es lo que aquí presentamos.

El resto del artículo se organiza como sigue. Empezamos exponiendo (aptdo. 2) los objetivos a conseguir con el uso de técnicas de AC. En el aptdo. 3 mostramos la asignatura y su entorno. Para dejar más claros los cambios introducidos con respecto a la técnica empleada el curso pasado, primero describimos ésta (aptdo. 4), y después mostraremos algunos de los problemas vistos, y como los hemos intentado solucionar este año (aptdo. 5). Completaremos esta descripción comentando algunos aspectos prácticos de implantación de la técnica (aptdo. 6). Antes de las conclusiones, evaluaremos la experiencia, tanto desde nuestro punto de vista (aptdo. 7.1), como del de los alumnos (aptdo 7.2), para acabar con algunas propuestas de modificación de futuro.

2. Objetivos de la Experiencia

Los objetivos buscados al plantear una nueva metodología docente fueron:

- Mejorar del proceso de aprendizaje personal mediante el trabajo en grupo.
- Fomentar el trabajo continuado del alumno.
- Potenciar sus habilidades de expresión oral y escrita.
- Mejorar la capacidad de abstracción y generalización al estudiar la asignatura.
- Dedicación equilibrada del profesor a la docencia, ya que ésta debe ser compaginada con el resto de sus muchas actividades [6].

Una restricción importante a tener en cuenta, es que el temario no debe verse afectado.

3. El Entorno Docente

Dentro del plan de estudios de la I.T. Informática de Gestión impartida en la Universidad de Valladolid, Fundamentos de Informática I es una asignatura obligatoria de 1º curso, primer cuatrimestre. El número de créditos es de 4.5, 3 teóricos y 1.5 prácticos. El contenido de la parte práctica, es un estudio básico como usuario del sistema operativo UNIX, y en cuanto a la parte teórica, que es la que nos interesa en el presente trabajo, su contenido es el siguiente:

1. Conceptos Generales
2. Introducción a la Teoría de la Información
3. La Información y sus Fuentes
4. Propiedades de los Códigos
5. Codificación de Fuentes de Información
6. Códigos Usados Habitualmente en Informática
7. Canales de Información
8. Códigos Detectores y Correctores

Como se puede ver es una introducción a la codificación de la información, con una gran carga teórica, y conceptos no siempre fáciles.

En cuanto a la composición de los grupos, los 221 alumnos matriculados, son divididos en 3 grupos de clase (GC) de 102 (grupo 1), 60 (2) y 59 (3) alumnos. Como se ve, los GC no están compensados en tamaño, lo que es un problema al plantear trabajo en grupos cooperativos factible, en todos los casos. La técnica a realizar también se complica al tener horarios de clase diferentes.

Otro punto a tener en cuenta, es el de los alumnos matriculados que no siguen la asignatura, y que no la van a estudiar para al examen. No se pueden plantear dinámicas de trabajo continuado en grupos cooperativos, con alumnos que no van a participar.

¹ Ver giac.upc.es, página Web del GIAC (Grupo de Interés en Aprendizaje Cooperativo).

4. Metodología Seguida el Curso Pasado

Las principales limitaciones encontradas para el uso de técnicas de AC en la asignatura son:

- El tiempo: el temario es extenso y sólo se tienen dos horas de docencia semanales.
- El número de alumnos.

Con estas limitaciones, y al estar empezando en el uso de técnicas de este tipo, se excluyó la aplicación del AC en la exposición del contenido de los temas. Se vio factible, sin embargo, su aplicación a la parte de problemas.

Lo que se plantea es que, en vez de resolver el profesor todos los problemas al final de cada tema, la resolución de una parte de éstos recaiga en los alumnos, lo que implica que tengan que estudiarse ese tema y anteriores, obligándoles a llevar al día la materia. Para mejorar el proceso de aprendizaje mediante la interacción entre ellos, se plantea que esa resolución se realice en grupos de 3 alumnos, como mucho, si sobran de 4.

La dinámica de trabajo en cada grupo se deja a su voluntad, pero indicándoles que una buena idea es que primero resuelvan los problemas de forma individual, y posteriormente se discutan en grupo. Ante la imposibilidad de realizar el trabajo en horas lectivas y delante el profesor, esto se descarta. Además, es conveniente que los alumnos se acostumbren a estudiar de manera continuada fuera del horario de clase, y por su cuenta.

Una de las cuestiones que surge es el número de problemas a plantear por tema para el trabajo en grupo. Debe ser lo suficientemente numeroso como para que, con la dinámica de evaluación planteada (apartado 4.1), cada alumno tenga un número mínimo de calificaciones, pero sin que el número de “horas extras”² necesarias para evaluar el trabajo en grupo exceda de 1 por tema. Por esto, el número de problemas escogidos por tema está entre 3 y 4. Para aumentar el número de grupos que exponen en cada sesión de evaluación, en aquellos problemas en los que era posible, la exposición de la solución se dividió en partes, de manera que cada una la exponía un grupo distinto.

² Con “horas extras” nos referimos al número de horas necesaria para evaluar el trabajo en grupo. Es una forma de llamarlas, ya que al final no son en realidad horas extras, puesto que este tiempo extra se compensa al eliminar horas de exposición del profesor, necesarias con la metodología tradicional, pero no con la propuesta.

La introducción de las “horas extras” necesaria para evaluar el trabajo cooperativo planteado, se compensó con la realización de un menor número problemas por parte del profesor (se redujo al mínimo necesario para que pudieran abordar los propuestos), y una exposición menos detallada del contenido del tema, que se compensa con la necesidad de tenerlo que estudiar por su cuenta y la disponibilidad de horas de tutoría para resolver cualquier duda. Comentar en este punto, que el uso de las tutorías ha sido escaso, obteniendo, sin embargo, buenas calificaciones en la exposición de las soluciones a los problemas, lo que plantea una interesante posibilidad a estudiar en el futuro: disminuir el tiempo de exposición de cada tema en clase, sin que esto redunde en una peor comprensión de la asignatura.

La división en grupos fue aleatoria, buscando su heterogeneidad [2]. En lo que respecta a la formación de los grupos, otro problema es el de los alumnos que abandonan la asignatura. Para evitarlo, los grupos no se formaron con los matriculados, sino con los apuntados en una lista que se dejó, a tal efecto, durante los primeros días, avisando de la obligación de apuntarse en ella si se quiere seguir la asignatura. Como se verá más adelante, y a pesar de ser una asignatura de primero y primer cuatrimestre, el número de abandonos con respecto a los apuntados en la lista ha sido pequeño, lo que demuestra que es una forma efectiva de evitar el problema indicado.

4.1. Evaluación del trabajo en grupo

Para lograr los objetivos planteados es importante motivar la participación activa del alumno. Esto se favorece con una explicación detallada del trabajo a realizar, haciendo hincapié en las ventajas que para su formación tiene, pero también es muy importante la motivación mediante un incentivo en forma de calificación a su trabajo, y que ésta influya en la nota final de la asignatura.

Por este motivo se modifica la forma habitual de evaluar la asignatura, basada sólo en el examen final, de manera que la calificación obtenida en éste es ahora el 80% de la nota final, y el otro 20% es la nota obtenida en el trabajo por grupos.

A la hora de evaluar éste se barajaron distintas posibilidades. Se optó por escoger para cada problema un grupo al azar, y dentro de él a uno de sus miembros, que será el encargado de defender

en la pizarra la solución planteada por su grupo. La calificación obtenida por el alumno se extiende al resto del grupo. Esta es una forma de conseguir la interdependencia positiva en el grupo, ya que se motiva al alumno a esforzarse porque su trabajo repercute en los demás, y a preocuparse de que todos los de su grupo entiendan todo muy bien y se esfuercen en el aprendizaje, puesto que el trabajo de los demás influye en su calificación. La asistencia a las clases de evaluación es obligatoria.

Otra ventaja de esta forma de evaluar es que se trabaja en un aspecto poco potenciado, como son las habilidades de expresión oral y escrita, ya que se valora la presentación de la solución.

La mayor desventaja es que si el número de grupos es alto, esto obliga a plantear muchos problemas, si no, el número de calificaciones por alumno puede ser bajo, no evaluando de manera justa el trabajo continuo realizado.

Una alternativa planteada, y no realizada por falta de tiempo, es modificar la composición de los grupos cada determinado número de sesiones, incrementando la incertidumbre sobre a quién le tocará exponer, con la ventaja adicional de evitar descompensaciones continuadas entre grupos.

5. Modificaciones en este Curso (04/05)

En el curso pasado los problemas escogidos para trabajo en grupo se seleccionaron de entre los incluidos en las hojas de problemas. Para evitar la diferencia de dificultad entre estos problemas, y la de los del examen, pensamos que la inclusión en el trabajo en grupo de estos últimos, no sólo evitaría ese problema, si no que, además, potenciaría el trabajar la capacidad de abstracción (mayor para resolver problemas de examen), que es uno de los objetivos a conseguir.

Uno de los fallos observados el curso pasado fue el escaso número de calificaciones por alumno: muchos grupos fueron evaluados sólo una vez. Este problema se agrava en este curso, ya que el número de alumnos, y por lo tanto el de grupos, se incrementa con respecto al año pasado. Las vías de solución planteadas son:

- Aumentar el número de problemas a realizar en grupo, en aquellos temas en los que sea posible. Por ejemplo, en el 6 que es puramente descriptivo (códigos básicos en informática), modificamos la dinámica indicada, de la siguiente manera: el tema se dividió en dos partes, una vez estudiada cada una se

realizaron unos pocos ejercicios/ejemplos de aplicación de lo estudiado (la solución se deja accesible vía Web), dejando para trabajo en grupo la realización de los ejercicios de la hoja de problemas (ejercicios que, recordemos, en el resto de temas hemos hecho nosotros, debido a su mayor dificultad). Al acabar, como en el resto de temas, se les entrego para trabajo en grupo problemas de exámenes anteriores. De esta manera, en vez de tener una única sesión de evaluación de trabajo en grupo, tuvimos 3.

- Fijar un número máximo de grupos, en nuestro caso 20, de manera que si el número de alumnos es grande, en vez de grupos de 3, se hacen grupos de más miembros. Aunque incrementar el tamaño del grupo puede no ser aconsejable (más difícil fijar reuniones, riesgo de menor interacción, mayor posibilidad de eludir el trabajo,...), se tuvo que hacer así en el GC 1, ya que con 81 alumnos salen 27 grupos de 3, lo que implica, para un mínimo de 2 evaluaciones por grupo, 54 problemas o partes. Como esto no es factible (el trabajo fuera de clase debe ser equilibrado), se decidió que el tamaño del grupo fuera de 4 miembros.
- Realización de una serie de pruebas individuales (una especie de "exámenes parciales") a lo largo del curso. Éstas deben ser de fácil corrección (para no incrementar excesivamente la carga de trabajo docente del profesor), y rápida realización por su parte (no más de 15-20 minutos). Este tipo de pruebas suponen una novedad con respecto a la metodología empleada el año pasado, y tiene la ventaja adicional de introducir, en la calificación que obtiene el alumno por el trabajo realizado durante el curso, una componente individual.

Otra diferencia importante con respecto a la experiencia del año pasado es el tenerla que aplicar en varios GC a la vez. En principio, y para evitar que la corrección en un GC pudiera suponer "ayuda" para el resto, se hace necesaria la realización de 3 hojas de problemas diferentes. Sin embargo, y debido a la distribución de horarios (dos GC tenían clase el mismo día con tan sólo una hora de diferencia entre ambas), se plantearon tan solo dos. Creemos conveniente comentar, que al final el hecho de tener que proponer varias hojas de problemas por tema, fue lo más costoso en tiempo de preparación de todo

lo necesario para la realización de la experiencia descrita. Esto nos hace plantear la necesidad de una futura coordinación de los horarios de los distintos GC, para evitar ese problema.

6. Aspectos Prácticos de la Experiencia

Muchos de los problemas surgidos en la implantación de la experiencia indicada, ya se han incluido en su descripción anterior. Sin embargo, quedan algunos, fundamentalmente en lo que se refiere al trabajo en grupo y su evaluación, que queremos comentar. Siguiendo [2], vamos a plantear el apartado como preguntas y respuestas.

¿Qué hacer con los alumnos que no pueden realizar el trabajo en grupo? El porcentaje es muy pequeño, y se plantea con repetidores y alumnos que trabajan. Lo que se ha hecho, tras justificarlo, es excluirlos del trabajo en grupo, de manera que su examen cuenta el 100% de la nota. No se ha dado el caso de un alumno que sin justificación se haya negado a participar, o haya reclamado que el examen valga el 100% de la nota.

¿Qué hacer con aquellos alumnos apuntados inicialmente, y que desaparecen a lo largo del curso sin justificar esa ausencia? Estos casos se han dado, nuevamente, en muy pequeña proporción: 5 en el GC 1, 6 en el 2 y ninguno en el 3. Lo que se ha hecho, al no justificar su ausencia, es ponerles un cero en la parte de trabajo en grupos. De todas formas, por nuestra experiencia el año pasado, son alumnos que no suelen presentarse a examen. En cuanto al problema de qué hacer con su grupo, se han seguido dos estrategias distintas. En el GC 1, como los grupos de trabajo eran de 4 alumnos, no se ha modificado la composición inicial. Sin embargo, en el GC 2, al ser grupos de trabajo de 3, se ha producido una reagrupación de aquellos en que sólo quedaban 2 alumnos, para formar uno nuevo de 4. Ésta es una de las ventajas de grupos de 4 miembros, que aunque falle uno, el trabajo se puede continuar sin problemas entre 3.

¿Qué hacer con aquellos alumnos que faltan a alguna de las clases de evaluación? Nos parece importante la obligatoriedad de la asistencia a estas clases, ya que si no se puede dejar una vía a la no participación en el trabajo del grupo: si no he trabajado, por si acaso me toca no asistir a clase el día de la evaluación y así me libro. En este caso cada uno de los profesores de la asignatura hemos seguido dinámicas diferentes: poner un cero a

todos los alumnos no presentes, o sólo a aquellos a cuyos grupos les toque exponer su solución. Para levantar este cero, en ambos casos, el alumno tenía que justificar su ausencia y presentarse en el despacho del profesor con la solución a los problemas evaluados el día que faltó, y exponer esa solución al profesor. Esta situación sólo se ha dado muy esporádicamente, salvo en el GC 3, no teniendo explicación del por qué el número de faltas ha sido muy superior al de los otros dos GC.

¿Qué hacer si surgen problemas en el grupo? Fundamentalmente son debidos a miembros que no trabajan. Si se da este caso los alumnos saben que pueden acudir al profesor para intentar su solución. Aunque sabemos que estos problemas han existido (por conversaciones informales con alumnos), ningún grupo se ha quejado de manera oficial. Una de las razones es por la forma en que han trabajado, o mejor, no han trabajado muchos grupos y que comentaremos más adelante. En [2] podemos encontrar soluciones a este problema.

¿Se ha notado de alguna manera el hecho de ser repetidor en el trabajo? No hemos detectado ninguna diferencia ni en la implicación en el trabajo, ni en las calificaciones obtenidas, entre alumnos nuevos en la carrera y repetidores.

7. Evaluación de la Experiencia

7.1. Metodología utilizada

La evaluación de la experiencia se basa en las observaciones de los profesores realizadas a lo largo del curso, así como en las opiniones y datos recogidos de los alumnos. Esta opinión se ha recogido de dos maneras diferentes: un CUIIC (CUESTIONARIO de Incidencias Críticas), donde expresan los aspectos positivos y negativos de la experiencia realizada; y una encuesta con una serie de preguntas que tenían que puntuar entre uno y seis, de más a menos positivo. La idea inicial era realizar varios CUIIC a lo largo del curso, y comentar los resultados con ellos, como se recomienda en la bibliografía, y pasar dos encuestas, una a mitad y otra al final del curso. La realidad, regida por el tiempo que se tiene, es que sólo nos ha dado tiempo a realizar un CUIIC a mitad de curso y una encuesta al final. Éste es un aspecto a cuidar en el futuro.

Finalmente, con el fin de valorar la carga lectiva fuera de clase, de cara a la implantación

	media			media no trabajo grupo			media sí trabajo grupo		
	G.1	G.2	G.3	G.1	G.2	G.3	G.1	G.2	G.3
Sobre la dinámica de aprendizaje cooperativo realizada									
1. Me ha ayudado a entender mejor la asignatura	7.3	7.5	7.5	6.3	7.0	7.7	8.0	8.9	7.6
2. Me ha ayudado a llevar al día la asignatura	7.5	8.4	7.9	6.6	8.0	8.3	8.2	8.3	7.3
3. Ha mejorado mi comprensión de algunos conceptos gracias al grupo	6.5	6.6	6.5	5.3	5.9	4.7	7.3	8.6	7.1
4. Aunque requiere esfuerzo merece la pena	6.8	7.2	6.6	6.3	7.0	6.3	7.1	7.5	6.2
5. Me ha gustado más que la metodología tradicional	6.5	6.5	6.6	6.0	5.9	6.3	6.8	6.9	6.4
6. Me ha quitado tiempo para estudiar otras asignaturas	7.3	6.5	7.0	7.3	6.4	6.7	7.1	7.8	7.4
7. Me ha aportado mucho	6.0	6.8	6.4	4.8	6.6	6.7	6.8	6.9	6.3
8. Mi motivación inicial era	6.0	7.0	5.7	6.5	7.2	5.0	6.0	7.5	5.5
9. Mi motivación final ha sido	6.3	7.2	7.2	5.4	6.9	5.7	6.8	7.2	7.6
10. Si no hubiera tenido que resolver problemas y reunirme en grupo, ese tiempo lo habría empleado para estudiar otras asignaturas	6.3	5.2	5.8	6.1	5.1	5.0	6.1	4.7	6.7
11. Si no hubiera tenido que resolver problemas y reunirme en grupo, ese tiempo no lo habría empleado en los estudios	4.4	5.4	4.9	4.8	4.8	5.3	4.1	7.2	4.4
En el grupo									
12. Nos hemos reunido para trabajar en grupo	6.3	4.3	6.6	2.6	2.8	3.0	9.8	6.9	8.7
13. Todos hemos trabajado igual	5.4	4.9	6.0	4.8	4.6	4.3	6.5	5.3	6.9
14. Yo he aportado más al resto que ellos a mi	5.0	5.2	5.6	4.3	4.9	6.0	5.6	5.8	5.3
15. Me han aportado más ellos que yo a ellos	5.6	4.7	4.9	4.8	4.1	3.0	6.1	5.8	5.6
16. Todos hemos aprendido unos de otros	6.3	6.1	6.7	4.6	5.8	4.3	8.2	7.2	7.6
17. Ha sido fácil fijar las reuniones de trabajo	5.4	3.6	5.6	2.7	2.9	2.3	7.5	3.3	6.5

Tabla I Resultados de la encuesta pasada a final de curso. Los resultados se muestran por grupo sobre una escala de 10.

del sistema de créditos ECTS, se les dieron unas hojas donde anotar el tiempo empleado tanto en el trabajo personal como en el del grupo.

7.2. Resultados

Empecemos por la recepción de la propuesta por parte de los alumnos. En la presentación de la dinámica, realizada el primer día de clase, se cuidó que quedaran claras las razones de su realización y las ventajas que esperábamos obtener, a cambio, eso sí, de algo de “trabajo extra”. La acogida fue, en general, de expectativa. Nadie pidió no participar, salvo un pequeño grupo de repetidores que no podían seguir la experiencia por cuestiones de horario.

En cuanto al trabajo realizado durante el curso, un primer dato es que las calificaciones obtenidas por la resolución de problemas en grupo han sido altas, un dato en principio positivo. Esta valoración hay que contrastarla con los resultados de las encuestas, y las observaciones acerca del proceso realizadas por los profesores.

Las opiniones recogidas en el CUIIC indican la percepción general de los alumnos. Las cuestiones positivas más destacadas son:

- Permite llevar al día la asignatura (lo más repetido, con diferencia).
- Te hace implicarte, y obliga a trabajar (curiosamente, veremos en lo negativo, que es una de las quejas)
- Contar con la ayuda de los compañeros para realizar los ejercicios y resolver dudas. Los compañeros se atreven a preguntar a otros compañeros, mientras que al profesor no.
- Facilita la preparación del examen, ya que se tiene mucho trabajado realizado.
- Se valora positivamente la prueba individual para recuperar nota si el grupo lo hace mal

Los aspectos negativos indicados son:

- La forma de evaluar los ejercicios. Es injusto que la nota de uno se extienda a todos.
- Es difícil el poder reunirse, y quita tiempo.
- Desigual trabajo de los miembros del grupo.
- La exposición pública intimidada.
- Cuando ninguno de los compañeros puede ayudarte en un ejercicio no sabes qué hacer.
- El trabajo obligado cuesta, y a veces exige demasiado trabajo en casa.
- La corrección en clase lleva mucho tiempo.
- Hay grupos descompensados

Los resultados de la encuesta se muestran en la tabla I, convertidos a escala de 1 a 10. El número de encuestas realizadas por GC fue: 54 de 81 posibles en el uno, 29 de 53 en el dos y 34 de 54 en el tres.

Un primer dato que se observó en las encuestas, y que corroboró nuestra apreciación durante el curso, es que el trabajo en grupos había sido muy dispar: hay grupos que sí se han reunido (calificación entre 5 y 6 en esa pregunta) y han trabajado, pero hay otros que no lo han hecho (calificación entre 1 y 2), y el trabajo en grupo ha derivado a un trabajo individual, sin casi puesta en común. Para ver su influencia en los resultados, se ha hecho una media de las respuestas dadas por alumnos que dicen que sí se han reunido (columnas *media sí trabajo grupo*), y por aquellos que dicen que no (columnas *media no trabajo en grupo*). Como se puede observar en la tabla, la diferencia de apreciación de la dinámica, y, sobre todo, del trabajo realizado en grupo es grande. Resaltar la fila *todos hemos aprendido de todos*.

El hecho de que no se realice la tarea en grupo es negativo, ya que aunque al final el alumno trabaje, se pierde las ventajas de la interacción con los otros. Somos conscientes de la dificultad de lograr que todo el mundo trabaje en grupo [9], pero no renunciamos a plantear modificaciones que mejoren este aspecto. Sobre todo, cuando se ha observado que la valoración y el aprovechamiento del trabajo realizado es muy diferente en aquellos alumnos que se han juntado en grupo, y en los que no.

Un último punto a considerar es el relativo a la carga de trabajo del alumno. Este aspecto es fundamental para valorar si una determinada metodología es o no adecuada, especialmente dentro del marco del EEES, donde este aspecto es básico a la hora de planificar los estudios.

Los resultados de los cuestionarios de carga de trabajo pasados a los grupos a principio de curso dan una primera idea. El número medio de horas de trabajo personal por semana en los cuestionarios recibidos, medido entre el 25 de octubre y el 13 de enero, es de 1.7, y el de trabajo en grupo es de 1.5. Estos datos no indican una carga excesiva. Sin embargo, el número de respuestas obtenidas fue muy bajo (por ejemplo, 5 de 20 en el GC 1), y estos resultados no pueden tomarse como definitivos.

Por otro lado, y en contradicción con estos datos, está la apreciación cualitativa por parte de

los alumnos, extraída de las encuestas y del CUIIC, de que la dinámica de trabajo planteada les hace trabajar mucho y les ha quitado tiempo para otras asignaturas.

Las observaciones de los profesores indican que el exceso de carga sí es real al final del curso. De hecho, se tuvo que eliminar la última sesión de evaluación ya que la gran mayoría de los grupos no había podido realizar los ejercicios. Esto es debido a que se les acumula (unas veces sin que hubiera más remedio, pero otras porque lo han dejado para el final) la entrega de muchas de las prácticas de otras asignaturas.

Sin embargo, a la luz del número de horas de trabajo indicadas, podemos deducir que el exceso de carga no es tal durante los primeros meses. Durante este periodo, la percepción de exceso de trabajo por parte de los alumnos podría tener más que ver con la presión de la evaluación continua, que con el número de horas reales de trabajo.

Tanto en un caso como en otro, la carga de trabajo del alumno es un dato muy importante a tener en cuenta al plantear la metodología indicada. Además, los datos mostrados confirman la necesidad de planificar globalmente la carga de trabajo de las asignaturas de un curso.

7.3. Otros datos

A pesar de las reservas que nos merece, otro instrumento que podemos utilizar para valorar la respuesta de los alumnos ante la experiencia, es la encuesta docente que todos los años realiza la Universidad de Valladolid en las últimas semanas del curso, y, por tanto, antes del examen de la asignatura. No tenemos los resultados de este curso, pero sí los del pasado, donde, recordemos, la experiencia se realizó en uno de los tres grupos de primero. Si resumimos los resultados en la respuesta de los alumnos a la pregunta sobre la valoración global del trabajo realizado a lo largo del curso, la puntuación obtenida es de 6.4 y 6.6 en los grupos donde no se realizó la experiencia, y de 7.6 donde sí se realizó. Vemos que a pesar del trabajo extra que les supone, la respuesta de los alumnos a la experiencia sigue siendo positiva.

Para concluir este apartado, y como un dato más a tener en cuenta, ni más ni menos importante que todo lo anterior, ya que sólo es una parte del proceso de aprendizaje, vamos a mostrar el rendimiento en el examen. Para que la

comparación con cursos pasados sea objetiva vamos a usar sólo el resultado del examen. El porcentaje de aprobados en el examen en el presente curso (04/05) ha sido del 49%, siendo en cursos pasados los siguientes: 40% en el 03/04, 53% en el 02/03, 42% en el 01/02, 33% en el 00/01 y 32 % en el 99/00. Vemos que el porcentaje de aprobados en el curso actual es superior a todos los anteriores, salvo el del curso 02/03, curso excepcionalmente bueno.

7.4. Nuestra valoración

La valoración de los profesores implicados en la experiencia es muy positiva. Aunque requiere un esfuerzo extra, sobre todo el primer año, creemos que merece la pena. Entre las principales ventajas observadas con respecto a la metodología tradicional, es que se logra una mayor interacción entre los alumnos, creando, además, un ambiente en clase más favorable a la participación. Aunque este último aspecto no se logra potenciar todo lo que se quisiera, sí que se observa una mayor predisposición a opinar en parte de los alumnos.

8. Conclusiones

En este artículo se han presentado las reflexiones obtenidas a partir de la aplicación de una técnica de aprendizaje cooperativo para la resolución de problemas en una asignatura de Fundamentos de Informática. En ella nos enfrentábamos a unas condiciones desfavorables, debidas al elevado número de alumnos y las características propias de la asignatura. Los resultados nos permiten asegurar que es posible aplicar experiencias innovadoras en estas condiciones, aunque aún quedan aspectos que refinar.

Entre los datos positivos se encuentran la percepción general positiva de los alumnos y profesores, y el hecho de que se ha conseguido fomentar el trabajo continuado de los alumnos, con todas las ventajas que ello conlleva.

Como aspectos a seguir trabajando, vemos necesario planificar mejor los instrumentos de evaluación evitando así algunos de los problemas comentados en este artículo. En el aspecto docente, destaca la necesidad de fomentar un aprovechamiento más generalizado y efectivo del trabajo en grupo por parte de todos los alumnos. En este sentido, en el segundo cuatrimestre, donde

impartimos la asignatura de Fundamentos de Informática II, vamos a permitir que sean los propios alumnos los que elijan a sus compañeros, con el fin de evitar los problemas de poder quedar que han surgido este año

Agradecimientos

En primer lugar al resto de miembros del GrEIDI, por su ayuda, comentarios y críticas al plantear la propuesta metodológica presentada. Y en segundo lugar a la Junta de Castilla y León por su subvención al proyecto UV31-04, dentro del que se ha realizado el presente trabajo.

Referencias

- [1] Bará, Javier y Valero-García, Miguel, *Técnicas de Aprendizaje Cooperativo*, apuntes del taller de formación, Universidad de Valladolid, 29-30 enero 2004.
- [2] Felder, Richard M. y Brent, Rebeca, *Effective Strategies for Cooperative Learning*, J. Cooperation & Colaboration in College Teaching, 10(2), 69-75, 2001.
- [3] González, Julia y Wagenaar, Robert, *Tuning Educational Structures in Europe*, Informe final Proyecto TUNNING fase 1, 2003
- [4] Johnson, D. W., Johnson, R.T. y Smith, K.A., *Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity*, ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4, George Washington University, 1991.
- [5] Prieto, Óscar, Simón, M^a Aránzazu y Vivaracho, Carlos E., *Trabajo Cooperativo en el Aprendizaje de la Programación del Shell de UNIX*, Actas 4^a JAC, Gerona, 2004.
- [6] Torralba Martínez, José M^a, Coltell, Óscar y Torralba López, José M^a, *Innovación en la Enseñanza en Grupos Numerosos*, Actas CUIEET, 2004.
- [7] Traver, V. Javier y Traver, Joan A., *¿Por Qué no Enseñamos a Aprender Cooperativamente?* Actas JENUI, 297-304, 2004.
- [8] Vivaracho, Carlos, Simón, M^a Aránzazu y Prieto, Óscar, *Una experiencia de Aprendizaje Cooperativo en Fundamentos de Informática II*, Actas 4^a JAC, 93-102, Gerona, 2004.
- [9] Waite, William M. y Leonardi, Paul M., *Student Culture vs Work Group in Computer Science*, Proc. SIGCSE, Virginia, USA, 2004.

Herramientas de Apoyo a la Educación de Personas Sordas en la Universidad Española

José Luis Fuertes¹, Ángel Lucas González¹, Gonzalo Mariscal², Carlos Ruiz³

¹Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, España

²Universidad Europea de Madrid, España

³SETIAM - Sección de Transferencia Informática en Apoyo a las Minusvalías, Universidad Politécnica de Madrid, España

e-mail: { jfuertes, agonzalez } @ fi.upm.es

e-mail: { gonzalo.mariscal } @ uem.es

e-mail: { cruiz } @ cettico.fi.upm.es

Resumen

Uno de los problemas más complejos a los que se enfrenta el colectivo de Personas Sordas es el acceso a la enseñanza superior y a la Universidad. Se trata de un derecho fundamental que se presenta como un problema todavía no resuelto en la enseñanza española y que influye directamente en la carencia de formación que les habilita para el ejercicio de una profesión y de las competencias adquiridas a través de la enseñanza reglada. Para la solución de este problema es necesaria la conjunción de la lengua castellana junto a la LSE (Lengua de Signos Española), así como una atención especial a los miembros del colectivo. Con este objetivo, se muestra una plataforma adaptada que aborda esta idea y permite la formación de Personas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC).

1. Introducción

La educación es un indicador esencial del nivel de desarrollo de cualquier grupo social y se puede afirmar que las Personas Sordas tienen unos niveles de desarrollo social y educativo muy inferiores a los niveles medios que alcanza el resto de la población, dando lugar a numerosas y graves situaciones de exclusión social [16]. A lo largo de este artículo se pretenden exponer los principales motivos y algunas soluciones para cambiar esta situación.

El motivo de la problemática de la educación de personas sordas es que los modelos de aprendizaje y formación que se emplean habi-

tualmente con personas sin discapacidades no son aptos para ellos. Se debe, principalmente, a que el grado de comprensión es inferior porque el formato en el que se les presenta los contenidos (la lengua castellana escrita u oral) no es su lengua "materna". Esto se debe a que gran parte de su educación básica se ha realizado en LSE o a que su discapacidad es de nacimiento y han crecido inmersos lingüísticamente en ella. De esta manera, el grado de comprensión y aprendizaje respecto a los otros estudiantes es inferior (en el mejor de los casos).

Este déficit en la educación hace que el porcentaje de sordos cualificados universitariamente sea mínimo y provoque numerosas y graves situaciones de exclusión social y laboral, influyendo directamente sobre los niveles de actividad económica. Las soluciones propuestas pasan por varios aspectos:

- Comenzar la integración social y educativa de los alumnos sordos en fases educativas previas a la Universidad, a través de la LSE y planes de tutorías y apoyo, como se indica en el Libro Blanco de la enseñanza de la LSE [16].
- Disponer de intérpretes de la LSE en la Universidad española de forma permanente para todos los alumnos sordos.
- Disponer de herramientas de apoyo a la enseñanza. En este punto hay que resaltar las posibilidades de las TIC en varias direcciones. En primer lugar, como plataforma de apoyo a la educación. En segundo lugar, como propio objetivo de la enseñanza.
- Tener en cuenta el elemento multimedia que ofrecen las nuevas tecnologías para el aprendizaje. Sobre todo porque la manera de comunicarse (LSE) y aprender de las Personas Sordas es eminentemente visual.

2. Situación del alumnado sordo en el sistema educativo español

Según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística [18], existe casi un millón de Personas Sordas con distintos grados de deficiencias auditivas. En la Tabla 1 se puede observar la distribución por edades dentro de la población de Personas Sordas, haciendo especial hincapié en aquéllos que se encuentran en edad escolar (rango de 6 a 16 años) y universitaria (rango de 17 a 34 años). Además cabe señalar dos aspectos muy importantes:

- En las edades tempranas la incidencia de la sordera es menor, ya que muchos casos no han sido detectados.
- El efecto acumulativo de las sorderas sobre los grupos de población con mayor edad provoca un aumento porcentual significativo de su número en rangos de edad avanzados.

Grupos de Edad	Personas sordas por grupos de edad (ambos sexos)
De 6 a 16 años	15.381
De 17 a 24 años	18.021
De 25 a 34 años	32.844
De 35 a 64 años	229.623
De 65 a 79 años	391.002
De 80 y más años	274.620
Total	961.491

Tabla 1. Distribución de edades dentro de la población de Personas Sordas

Para hacerse una idea de las dimensiones del problema es necesario establecer las correlaciones entre los actuales niveles educativos de las Personas Sordas y del resto. En la Tabla 2 se puede observar dicha relación de estudios terminados y permite llegar a conclusiones claras y alarmantes:

- El 47% de las Personas Sordas no tiene estudios o son analfabetas. Incluso aquéllas que han terminado estudios primarios sufren analfabetismo funcional o tienen serias dificultades para comprender textos. De esta manera, el 92% no tiene formación para ejercitar una profesión.
- Sólo un 2,8% de las Personas Sordas han terminado sus estudios universitarios frente a un 20,9% del conjunto de la población española.

Nivel de estudios	Número personas sordas	% (respecto a personas sordas)
Analfabetos	112.422	11,75
Sin estudios	336.888	35,22
Estudios primarios y ESO	430.457	45,01
Enseñanza Secundaria y Profesional de Primer y Segundo Ciclo	40.080	4,19
Enseñanzas profesionales superiores	9.179	0,95
Estudios universitarios y equivalentes	27.241	2,84
Total:	956.269	100

Tabla 2. Relación de estudios terminados por Personas Sordas

Los itinerarios seguidos por los alumnos Sordos al finalizar la enseñanza obligatoria se diferencian notablemente de los que siguen el resto del alumnado y deciden no enfrentarse a los problemas que provoca el reto universitario debido a su discapacidad y, de esta manera, acceden a alguna enseñanza profesional adaptada. Hay que tener en cuenta que pasan de un entorno controlado, donde se atienden la mayor parte de sus necesidades, como por ejemplo la existencia de un traductor de LSE en clase, a pasar a otro entorno donde no disponen de ninguno de estos elementos.

Además, los problemas se agravan en el uso de las nuevas tecnologías y la informática debido a su naturaleza. Las carreras más estudiadas por las Personas Sordas tienen relación con su discapacidad y optan por Magisterio y Pedagogía, mientras que otros grupos de discapacitados optan por Derecho y Psicología.

2.1. Legislación española para discapacitados

La igualdad de las personas se asegura a través de la Constitución Española [3]. El marco general para la integración social, educativa y laboral de las personas discapacitadas se encuentra en las leyes LISMI [4] y LIONDAU [5].

Con respecto a la integración educativa, es la LISMI [4] la primera que expone que las personas con discapacidades se integren al sistema ordinario de la educación general, recibiendo los programas de apoyo y recursos necesarios.

Posteriormente la LOGSE [6] especifica que se dispondrá de los recursos necesarios para que los alumnos con necesidades especiales puedan alcanzar los objetivos establecidos con carácter general para todos los alumnos.

En el ámbito universitario, el Real Decreto de Ordenación de la Educación de los Alumnos con Necesidades Educativas Especiales [7] dispone que las Universidades públicas realizarán las adaptaciones que fueren necesarias para que los alumnos con necesidades educativas especiales puedan proseguir sus estudios. De esta manera, se reservarán hasta el 3 por ciento de las plazas en cada uno de los centros universitarios. Con respecto a los alumnos sordos se especifica que la Administración educativa favorecerá el reconocimiento y estudio de la Lengua de Signos y facilitará su utilización en los centros docentes que escolaricen a dichos alumnos. De igual manera, la LOU [8] y la LOCE [9] establecen la igualdad de oportunidades y no discriminación de los estudiantes discapacitados, pudiendo recibir las ayudas y los apoyos precisos para compensar las carencias y desventajas que pudieran poseer.

También se permiten las adaptaciones curriculares permitientes orientadas a facilitar a los alumnos discapacitados finalizar sus estudios. En concreto, el Real Decreto de Educación Especial [10], la LOGSE [6] y el Real Decreto de Ordenación de la Educación de los Alumnos con Necesidades Educativas Especiales [7] aseguran estas adaptaciones curriculares.

2.2. Realidad del alumnado sordo en la Universidad española

Sin embargo, la realidad del alumnado sordo está muy alejada de la legislación y es totalmente dependiente del centro donde estudie y del interés del mismo. Desde la promulgación de la LOU, cada una ha redactado nuevos estatutos en los que la mayoría recogen algún artículo garantizando la igualdad de oportunidades de universitarios con discapacidad. Sin embargo, los recursos y servicios son dependientes de los fondos destinados por el Ministerio, las Comunidades y la propia Universidad.

Aunque cada vez más Universidades disponen de recursos, servicios [28] y becas específicas de atención [32] y apoyo [31] a discapacitados, los problemas a los que se enfrentan los alumnos con

discapacidades son innumerables. En algunos casos implica el pago de los traductores de LSE por parte de los propios alumnos [19], la negativa por parte de la Universidad del pago de las tasas de matriculación o la exclusión [21], entre otros [17]. Respecto a los recursos concretos para Personas Sordas, la existencia de traductores de LSE depende de los acuerdos de cada Universidad con asociaciones de Personas Sordas o las consejerías de educación locales [22].

En un intento de paliar esta mezcla heterogénea de recursos, programas y servicios ha nacido la asociación ADU (Asesoramiento sobre Discapacidad y Universidad) [1]. Se trata de un nuevo servicio creado en la Universidad de Salamanca que pretende ser una fuente de información sobre cualquier aspecto relacionado con el acceso y estancia de estudiantes, u otras personas con discapacidad, en las universidades españolas.

3. Sistemas *e-Learning*

Los sistemas de *e-Learning* son una combinación de recursos, interactividad, soporte y actividades de aprendizaje estructurada. No se trata solamente de tomar un curso y colocarlo en un computador o permitir el acceso a través de la red.

Basándose en estas características, una posible definición de *e-Learning* [13] es “aquella actividad que utiliza de manera integrada y pertinente computadores y redes de comunicación, en la formación de un ambiente propicio para la construcción de la experiencia de aprendizaje”. Sin embargo, esta definición es incompleta, por lo que es necesario matizarla en varios aspectos [24]: “el aprendizaje interactivo en el cual el contenido de aprendizaje está disponible *on-line* y proporciona realimentación automática al aprendizaje del estudiante”. En esta última definición se añade el concepto de *realimentación* como pieza clave del aprendizaje mediante *e-Learning*.

Teniendo en cuenta las definiciones dadas, los sistemas de *e-Learning* pueden ser una solución como herramienta de apoyo a la educación del colectivo sordo tanto en el ambiente universitario como en cualquier otro. Los motivos son claros:

- El ambiente de formación es propicio a su ritmo y su capacidad de aprendizaje. Hay que recordar que dicho ritmo está marcado por su

nivel de comprensión del castellano como manera de presentación de contenidos.

- La mejora del ritmo se produce al mostrar los contenidos de manera adaptada, teniendo en cuenta dichas necesidades.
- La posibilidad de establecer un ritmo propio a través una plataforma de ayuda adaptada y gracias a los elementos multimedia, hace que el alumno se integre en la clase como un alumno más y permita una realimentación constante.
- El uso de computadoras y redes de comunicación hace que los alumnos se habitúen a las nuevas TIC y no les produzca sobresaltos su uso ni estudio.

3.1. Estándares *e-Learning*.

Uno de los grandes problemas aún sin resolver de las tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la educación es la ausencia de una metodología común que garantice los objetivos de accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y reutilización de los materiales didácticos basados en Web [13]. En las soluciones actuales basadas en las técnicas de *e-Learning*, generalmente los contenidos preparados para un sistema no pueden ser fácilmente transferidos a otros.

Dentro de los sistemas de *e-Learning* hay que diferenciar dos partes. Los llamados LMS (del inglés, *Learning Management System*) y los contenidos propios del curso (denominado en inglés como *courseware*). El LMS (también denominado CMS -*Course Management Systems*- o *VLE -Virtual Learnings Environments-*) es el núcleo alrededor del cual giran los demás elementos. Básicamente se trata de un software para servidores de Internet / Intranet que se ocupa de Gestionar los usuarios, cursos y servicios de comunicaciones.

En cuanto a los estándares, se ha producido un proceso de convergencia que ha encaminado al mercado hacia un solo estándar, ADL-SCORM, el cual integra los distintos esfuerzos realizados por organismos como AICC, IEEE e IMS.

3.2. Course Management Systems.

Moodle [23] es uno de los proyectos más relevantes relacionados con los CMS. Actualmente no sólo se usa en las universidades, sino que también se usa en

enseñanza secundaria, enseñanza primaria, organizaciones sin ánimo de lucro, empresas privadas, profesores independientes e, incluso, padres de alumnos.

Otros proyectos interesantes son WebCT Campus Edition [33] (CMS desarrollado por WebCT y utilizado en numerosas instituciones, incluyendo la Universidad de Almería [29]), Mindflash [20] y Edu-tools [12], que al igual que Moodle, ofrecen herramientas software para facilitar la construcción de sistemas de *e-Learning*.

Para la creación de contenidos educativos también se han utilizado distintos *Content Management Systems* de propósito general [11] como Mambo, OpenSourceCMS, Apache Lenya, Drupal CMS, OpenCms, Plone y eZ publish.

En las universidades españolas pueden encontrarse numerosos trabajos en esta área, aunque ninguno de estos sistemas ofrece una herramienta de apoyo al colectivo sordo basada en una lengua de signos. En la Universidad de Valladolid [25] hace tiempo se comenzaron pruebas experimentales con éxito. El proyecto ADA-Madrid [27] está implantado en las seis universidades públicas de Madrid. En la Universidad de Barcelona destaca el proyecto UB Virtual [30] que potencia la formación a distancia de postgrado. Fuera de la universidad, merece especial mención el proyecto Integra Aula Virtual [14], realizado por FOREM (Fundación Formación y Empleo Miguel Escalera-CC.OO.) y por CETTICO, dirigido a la comunidad sorda y que sirvió como antecedente a la plataforma Red Sorda II [26].

Si bien ha surgido todo un conjunto de iniciativas alrededor del *e-Learning*, ninguna ha supuesto una alternativa real para el apoyo de las Personas Sordas en la Universidad.

4. La plataforma adaptada Red Sorda II.

Con la idea de mejorar la calidad de la enseñanza de las Personas Sordas y su formación en los entornos de las TIC, se desarrolló el proyecto *Red Sorda II*¹. La creación de esta plataforma adaptada se realizó en la UPM (Universidad Politécnica de

¹ El proyecto "Red Sorda II: el puente entre las Personas Sordas y la sociedad de la información y la economía Informacional" es un proyecto del programa PROFIT 2000-2003 subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, la Fundación ONCE, el INEM y la Fundación Luis Vives.

Madrid) con la colaboración de la FCNSE, CNSE, FOREM y Fundosa Social Consulting, y supuso la finalización de distintos Proyectos Fin de Carrera [2] [15] [26]. La plataforma de la Red Sorda desarrollada incluye diversas herramientas de uso habitual que se encuentran adaptadas para su uso por Personas Sordas. Uno de los usos que se dan a esta plataforma consiste en utilizarla como plataforma de apoyo en la enseñanza de informática para Personas Sordas. Su flexibilidad y diseño posibilita su uso en cualquier contexto de enseñanza, como por ejemplo estudiantes universitarios.

El objetivo principal es que la Red Sorda II se convierta en el puente que permita a la comunidad sorda la plena integración en las TIC, en esta nueva sociedad de la información y comunicación, permitiendo al colectivo de personas sordas participar en igualdad de condiciones.

Son varios los hitos que hay que señalar con respecto a este sistema. Se trata de la primera plataforma informática adaptada totalmente a las Personas Sordas con el uso constante de información en castellano adaptado y LSE. Permite el uso de distintas herramientas adaptadas para la teleenseñanza y la tutoría para el apoyo a las clases presenciales. Estas medidas permiten superar las barreras de comunicación a las que se enfrentan las Personas Sordas y las une en una red privada virtual de enseñanza.

El éxito de esta plataforma deriva del hecho de que el alumno dispone del acceso a la información en LSE y castellano, tanto en el sistema de ayuda como en el funcionamiento habitual de las distintas herramientas. Esta adaptación se produce a dos niveles:

- Un sistema que muestra vídeos con LSE explicativos asociados a todos los conceptos de la interfaz.
- Un sistema de ayuda de la plataforma que permite relacionar temas de ayuda con sus vídeos en LSE y que permite navegar por conceptos asociados a través de hipervínculos.

Como se puede observar, el concepto multimedia es fundamental para replicar los canales de información y de esta manera superar las discapacidades del usuario.

Las herramientas adaptadas de las que cuenta la Red Sorda, entre otras, son las siguientes:

- Un módulo de acceso que permite validar al usuario dentro de la Red Sorda.

- Un módulo de correo electrónico encargado de la gestión de mensajes, junto con una libreta de contactos.
- Un módulo de chat (para comunicarse de forma síncrona).
- Un módulo de foro (para comunicarse de forma asíncrona).
- Un módulo de ayuda con información referente a la plataforma. Este módulo puede ser llamado de manera contextual en cualquier momento y desde cualquier otro módulo.
- Un módulo de pizarra virtual para realizar una clase a distancia.
- Un módulo de aula virtual que aglutina los elementos necesarios para realizar una clase de teleformación.
- Un módulo de control que permite la organización de cursos, alumnos, recursos, etc.

4.1. La herramienta de teleenseñanza: el Aula Virtual

Como se ha indicado anteriormente, el uso de herramientas de teleenseñanza como apoyo a la educación presencial es altamente recomendable [25]. Si además se añade la existencia de discapacidades que provocan que un grupo en cuestión disponga de un ritmo de aprendizaje inferior y un acceso a la información de una manera poco adecuada, el apoyo de la teleenseñanza en la universidad es imprescindible.

Por ello, una de las herramientas más importantes en la plataforma Red Sorda es el Aula Virtual adaptada que está dando soporte de manera satisfactoria a los cursos realizados por FOREM y FCNSE para sus usuarios sordos. En concreto, y gracias a la versatilidad de la herramienta, ya se han realizado cursos de informática a distintos niveles dentro de estas organizaciones. Hasta este momento la realización de cursos ha conseguido los siguientes objetivos:

- Aumentar el número de personas sordas con conocimientos en informática. Para ello se han realizado cursos básicos de informática, en concreto, introducción a la informática e introducción a la ofimática, como cursos pilotos para personas que realizaban otro tipo de cursos formativos en la FCNSE y la CNSE. En líneas generales, se ha detectado un gran interés y afluencia, lo que ha permitido pensar

en la realización de cursos más avanzados para este grupo de personas sordas, manteniendo los cursos básicos para nuevos usuarios.

- Aumentar la formación del personal sordo con conocimientos en informática que forma parte de la FCNSE y CNSE, así como del resto de federaciones y asociaciones. Para ello se han realizado cursos mixtos (presenciales y a distancia) con las distintas herramientas que se disponen en la Red Sorda, en concreto, cursos de introducción a redes telemáticas, y administración y configuración de redes telemáticas. La experiencia ha sido muy satisfactoria ya estos usuarios expertos han añadido sus puntos de vista, valorando la capacidad de configuración y facilidad de uso de la plataforma.

Para la definición de los componentes de los que consta este Aula Virtual, por un lado se contó con la ayuda de los pedagogos y miembros de FOREM, por otro lado con la de especialistas de la CNSE y FCNSE, que realizan dichos cursos. Así, se definieron los elementos necesarios para realizar y gestionar cursos de teleformación para personas sordas de la manera más correcta posible, y cuyo contenido era definido de manera independiente por dicho grupo.

En concreto se definieron dos tipos de elementos que componen dicho aula, dependiendo de la necesidad de la presencia y respuesta del profesor.

En primer lugar, los elementos asíncronos que disponen de ayudas generales y que el usuario puede consultar cuando desee sin la presencia del profesor. Se trata de consultas básicas y frecuentes que pueden ser de gran utilidad a todos los alumnos. En esta categoría se encuentran la información de acceso web y del sistema de ayuda.

En segundo lugar, los elementos síncronos para los que hace falta la presencia de un profesor y que se asemeja a un sistema de tutorías. Sirven para entrar en detalles específicos que el profesor debe resolver y que no han hallado respuesta en los elementos asíncronos. También tienen la ventaja de que al ser foros comunes permite la cooperación entre los distintos alumnos. En esta categoría están las herramientas de foro, chat, correo, pizarra virtual y videoconferencia.

Con la posibilidad por parte del alumno de acceder a la información disponible a través de ambas vías mediante las herramientas adaptadas,

se cubren las necesidades por parte del alumnado con discapacidades auditivas.



Figura 1. Aula Virtual: se observan las distintas herramientas para la ayuda del alumno.

5. Conclusiones

Dentro de las conclusiones pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Las Personas Sordas como grupo discriminado en la sociedad, en el entorno laboral y educativo. Esta discriminación provoca un gran número de analfabetos o analfabetos funcionales, y un número ínfimo de sordos universitarios. El interés despertado por las carreras técnicas y las TIC en las Personas Sordas es muy bajo, debido a las dificultades curriculares a las que se enfrentan.
- La necesidad de mejorar la educación universitaria española para permitir un aumento de Personas Sordas tituladas y, además, mejorar la tendencia de matriculación en carreras tecnológicas o informáticas.
- Para mejorar la calidad de la enseñanza universitaria para Personas Sordas debe existir un esfuerzo real de la presencia de intérpretes de LSE en las aulas e involucrados en los departamentos.
- La teleenseñanza como parte fundamental en el apoyo a la educación universitaria de la Personas Sordas. Este medio permite no solo el acceso a la información en su lengua natural, sino un servicio de tutorías comprometido con su discapacidad.

- La necesidad de herramientas multimedia adaptadas a las discapacidades auditivas, a través de la LSE.
- El uso de dichas plataformas informáticas y aulas virtuales adaptadas, así como elementos multimedia, son de utilidad comprobada gracias a la plataforma Red Sorda II.
- Las conclusiones obtenidas de los cursos pilotos en los que se ha aplicado la plataforma Red Sorda II son totalmente satisfactorias. Se ha detectado un aumento de personas en las aulas de informática de acceso libre y una buena afluencia e interés en los cursos realizados.
- El uso de herramientas informáticas adaptadas y de las TIC provocará que el interés por las carreras tecnológicas aumente. Es fundamental eliminar esa primera barrera de acceso.

Referencias

- [1] Asesoramiento sobre Discapacidad y Universidad, ADU. Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (Universidad de Salamanca). <http://www3.usal.es/~adu/>, 2005.
- [2] Almarza, R. *RED SORDA II: Sistemas de comunicación de chat y foro*. Proyecto Fin de Carrera, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, en preparación.
- [3] BOE, 29 de diciembre de 1978. *Constitución Española de 1978*. Legislación española. 1978.
- [4] BOE, 30 de abril de 1982. *Ley de Integración Social del Minusválido, LISMI*. Ley 13/1982. 1982.
- [5] BOE, 3 de diciembre de 2003. *Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, LIONDAU*. Ley 51/2003. 2003.
- [6] BOE, 4 de octubre de 1990. *Ley Orgánica General del Sistema Educativo*. Ley 1/1990. 1990.
- [7] BOE, 2 de junio de 1995. *Real Decreto de Ordenación de la Educación de los Alumnos con Necesidades Educativas Especiales*. Real Decreto 696/1995. 1995.
- [8] BOE, 24 de diciembre de 2001. *Ley Orgánica de Universidades*. Ley 6/2001. 2001.
- [9] BOE, 24 de diciembre de 2002. *Ley Orgánica de la Calidad de la Educación*. Ley 10/2002.
- [10] BOE, 16 de marzo de 1985. *Real Decreto de Educación Especial*. Real Decreto 334/1985. 1985.
- [11] Communications Advisory Board. *Content Management*. <http://tamcom.tamu.edu/resources/web/cms.htm>, 2005.
- [12] Edu-tools, *Course Management Systems* <http://www.edutools.info>, 2005.
- [13] Foie, C.; Zavando, S. *Estándares e-learning. Estado del Arte*. Centros de Tecnologías de Información. Versión: 1.0, 2002.
- [14] FOREM, *Integra Aula Virtual*, <http://www.forem.es/integra/sub/index.jsp>, 2005.
- [15] Fuente, C. *RED SORDA II: Correo electrónico, administración de la base de datos y control de vídeo*. Proyecto Fin de Carrera, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, febrero de 2005.
- [16] Fundación de la Confederación Nacional de Sordos Española, FCNSE. *Libro blanco sobre la Lengua de Signos Española en el sistema educativo*. FCNSE, 2004.
- [17] García, I. *Carrera de obstáculos en las aulas*. http://www.minusval2000.com/literatura/articulos/carrera_obstaculos_aulas.html, 2005.
- [18] Instituto Nacional de Estadística, INE. *Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de la Salud*. INE, 1999.
- [19] Manos que hablan. *Universitarios Sordos Españoles pagan hasta 480 € al mes por tener un intérprete de lengua de signos en clase*. <http://www.manosquehablan.com.ar/noticias/2004/06/16056.php>, 2004.
- [20] Mindflash, *Sitio Web oficial*: <http://www.mindflash.com/pages/home.asp>
- [21] Minoría Sorda. *Noticia: Alumna sorda expulsada de la Universidad*. <http://www.minoriasorda.com/modules.php?name=News&file=article&sid=501>, 2005.
- [22] Minoría Sorda. *Noticia: Intérpretes en la Universidad*. <http://www.minoriasorda.com/modules.php?name=News&file=article&sid=491>. *Palabras con las manos en la*

- Universidad. <http://www.minoriasorda.com/modules.php?name=News&file=article&sid=489>. *La lucha constante de las alumnas sordas lograron su objetivo*. <http://www.minoriasorda.com/modules.php?name=News&file=article&sid=499>, 2005.
- [23] Moodle, *Sitio Web Oficial*. <http://moodle.org/>. 2005.
- [24] Rekkedal, T, Qvist-Eriksen, S. *Internet Based E-learning, Pedagogy and Support Systems*. NKI Distance Education, 2003
- [25] Romay, M. P.; Cuesta, C. E. *Estudio de un sistema de aula virtual como apoyo a la docencia presencial*. Actas de las IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2003, págs. 339-348, Cádiz, julio, 2003.
- [26] Ruiz, C. *RED SORDA II: Base de datos, Ayuda y Aula Virtual*. Proyecto Fin de Carrera, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, diciembre, 2004.
- [27] Universidad de Alcalá de Henares, *Proyecto ADA-MADRID*, <http://www.uah.es/otros/aula/ada.htm>, 2005.
- [28] Universidad de Alicante. *Servicios a personas con discapacidad transitoria y/o Permanente*, <http://www.ua.es/es/servicios/cae/index.html>, 2004.
- [29] Universidad de Almería, *Enseñanza Virtual de Almería (EVA)*, <http://eva.ual.es/>, 2005.
- [30] Universidad de Barcelona. *UB Virtual*, <http://www.ictnet.es/areamiembro/formacion/ubvirtual.htm>, 2005.
- [31] Universidad de Burgos. *Apoyo a los estudiantes con discapacidad en la Universidad de Burgos – Discapacidad Auditiva*, http://www.ubu.es/inforalumno/vicestudiantes/uaed/guia_prof_d_auditiva.pdf, 2004.
- [32] Universidad de Murcia. *Ayudas a alumnos que asistan a compañeros discapacitados-auditivos*, <http://www.um.es/alumnos/becas/2004/sordos.php>, 2004.
- [33] WebCT, *WebCT Campus Edition*, <http://www.webct.com>, 2005.

Adaptabilidad en los sistemas virtuales de formación

Sandra Gerrero, M^a del Puerto Paule, Ignacio Gutiérrez, Juan Ramón Pérez

Human Communication and Interaction Research Group

Dpto. Informática

Universidad de Oviedo

Facultad de Ciencias-Campus Llamaquique

33007-Oviedo

sgd@telecable.es, paule@uniovi.es, nacho7be@yahoo.es, jrpp@uniovi.es

Resumen

El incremento en el desarrollo de campus virtuales por parte de las universidades españolas hace que cada vez tomen más importancia los sistemas de formación a distancia, y la forma en que éstos son desarrollados con el fin de ofrecer a los alumnos un entorno de aprendizaje adaptado a sus necesidades.

Es fundamental, dentro de estos sistemas de formación a distancia, la adaptación a las características cognitivas de los alumnos.

Este artículo recoge una propuesta para la adaptación de los sistemas de e-learning a los estilos de aprendizaje de los alumnos, basada en el estándar de e-learning SCORM.

1. Introducción

El auge de Internet ha propiciado un notable aumento del número de universidades españolas que tienen su propio campus virtual y estos campus han pasado de ser meros repositorios de contenido y recursos didácticos, a ser auténticos sistemas de aprendizaje [1].

Es un hecho constatable que en la educación presencial se tiende cada vez más hacia procesos de aprendizaje individualizados, atendiendo a las características de cada tipo de alumno, siendo de especial importancia la adaptación de estos procesos a la forma de aprender que tiene cada individuo, teniendo en cuenta características cognitivas del alumno, tales como estilos de aprendizaje, estrategias de aprendizaje, etc [2].

El principal inconveniente de los sistemas virtuales de aprendizaje es la carencia de un modelo pedagógico subyacente, adecuado a las características de esta nueva forma de aprendizaje.

La revolución tecnológica no ha venido acompañada de la evolución en el modelo

pedagógico de aprendizaje, y estos sistemas virtuales se han limitado a reproducir el sistema de docencia tradicional.

2. Enseñanza e Internet

La educación presencial está inmersa en un proceso de transformación. Ha pasado de basarse en la exposición al alumno de apuntes y textos, a introducir otro tipo de medios y actividades que apoyen el proceso de aprendizaje. Sin embargo no son los medios audiovisuales, sino la llegada de las nuevas tecnologías al mundo de la educación las que realmente propician el cambio de métodos y organización de los procesos de aprendizaje.

Prácticamente todas las universidades cuentan con una página web, en la que ofrecen a los alumnos información sobre el centro y los estudios impartidos. Muchas de ellas también ofrecen a los alumnos la posibilidad de acceder a determinados tipos de servicios a través de la web, como pueden ser la matriculación, la consulta de calificaciones, etc. Y son cada vez más las universidades que tienen campus virtual, definiendo éste como un conjunto de recursos de información disponibles por medios informáticos en un entorno web que la universidad pone a disposición de sus estudiantes para facilitar sus actividades académicas, administrativas y sociales [1].

La mayor parte de los campus virtuales universitarios son un conjunto de información almacenada en un sitio web al que el alumno puede acceder y comunicarse con otros estudiantes. La obtención de resultados positivos en el aprendizaje del alumno por medio de estos sistemas, requiere una participación activa por parte del alumno y su implicación en el proceso de aprendizaje, contrariamente a lo que sucede en la docencia presencial, en la que el alumno ha sido

tradicionalmente un receptor pasivo de información [3].

La plataforma más utilizada para el desarrollo de los campus virtuales en las universidades españolas es WebCT [5], utilizada por el 30 % de las universidades con campus virtual. El campus virtual de la Uned [6] está basado en una plataforma WebCT.

El 20 % de las universidades lo hace a través de una plataforma propia, y el 10 % usa Moodle [7], que es una plataforma abierta [4]. El resto de las universidades, se reparte el resto de las plataformas: Atnova Virtual Campus 8.1, Claroline, Ibertex RTC, Mediafora, Edebedigital, Virtual Profe e Ilias.

3. Campus virtuales y adaptabilidad

Los campus virtuales no ofrecen un sistema adaptable que pueda satisfacer las necesidades de aprendizaje de los diferentes tipos de alumnado de una universidad, muy diverso y con diferentes ritmos y estilos de aprendizaje.

Estos campus no deben limitarse a almacenar información en Internet, también es su responsabilidad integrar toda esa información en un proceso de aprendizaje adaptado a las necesidades del alumno.

La formación a distancia necesita el establecimiento de modelos pedagógicos que combinen la flexibilidad propia del e-learning con una programación y una planificación bien estructuradas. Es fundamental la estructuración de la información adaptada a las necesidades del alumno [1].

En los campus virtuales los alumnos tienen acceso a gran cantidad de información, que ellos pueden seleccionar y a la que pueden acceder libremente. A pesar de que esta disposición de información, es una de las ventajas de los sistemas virtuales, esto se puede convertir en un grave inconveniente.

La selección del material más adecuado a sus necesidades por parte del alumno puede crearle a éste una carga cognitiva que puede llevarle a abandonar su proceso de formación. Los alumnos también pueden sentirse abrumados por la acumulación de información que puede producirse en estos sistemas.

De todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que en los actuales sistemas de

formación on-line detectamos dos carencias fundamentales:

- Ausencia de un modelo pedagógico subyacente.
- Dificultad de gestión de la información por parte del alumno.

Los sistemas virtuales no deben ofrecer sólo recursos formativos, sino que deben organizar y gestionar dichos recursos, además de diagnosticar las necesidades, intereses y dificultades de los alumnos y adaptar el sistema según este diagnóstico.

El sistema además debe guiar al alumno para que éste no se sienta perdido, y la mejor forma de guiarles es hacerlo según las pautas apropiadas para cada alumno, como pueden ser las que determina el estilo de aprendizaje.

Hoy en día lo más importante, tanto en la educación presencial como en el e-learning, es individualizar la educación, y adaptar los procesos de aprendizaje a la forma de aprender que tiene cada individuo, a su "estilo de aprendizaje".

Algunas de las clasificaciones más utilizadas para determinar los estilos de aprendizaje son:

1. Kolb: Distingue entre los estilos: divergentes, convergentes, asimiladores y acomodadores. Utiliza el Learning Style Inventory (LSI).
2. Dunn and Dunn: Distingue entre factores ambientales, emocionales, sociológicos y físicos. Utiliza el Dunn and Dunn- LSI y el Learning Style Inventory y el Productivity Environmental Preferent Survey (PEPS), que es la versión del LSI para adultos.
3. Felder-Silvermann: Distingue entre sensitivos-intuitivos, visuales-verbales, indicativos-deductivos, activos-reflexivos, secuenciales-globales. Utiliza el Cuestionario de Silvermann y Felder.
4. Honey & Mumford: Distingue entre teóricos, activos, reflexivos y pragmáticos. Utiliza el Honey & Mumford's Learning Questionnaire.

Es fundamental la adaptación pedagógica en los sistemas de formación on-line y que éstos estructuren la información y guíen a los alumnos en una correcta estrategia que permita su aprendizaje autónomo.

4. Necesidad de un estándar en los sistemas de e-learning. El estándar SCORM

Los inconvenientes de los sistemas virtuales de formación mencionados en el apartado anterior han derivado en la tendencia a la utilización de un modelo de aprendizaje mixto, en el que se combina la formación presencial con la virtual, denominado “Blended learning” [8].

Con este tipo de formación a distancia se pretende ganar calidad en el proceso, pero conlleva la pérdida de ventajas de la formación on-line.

Este sistema como tal, no es una solución a la ausencia del modelo pedagógico de los campus virtuales, puesto que añade formación presencial y sigue sin ofrecer un sistema de e-learning puro que no sólo tenga las ventajas de la formación on-line, sino que evite los inconvenientes hasta ahora apuntados.

En la formación on-line es fundamental una estructuración adecuada del contenido y una guía a través del mismo, que facilite la adquisición de conocimientos por parte del alumno y que le ayude a evitar la desorientación en el proceso de aprendizaje provocada por la cantidad ingente de información con la que se puede encontrar en un sistema de aprendizaje virtual.

El e-learning implica el estudio de dos tipos de procesos: técnicos (plataformas, hardware, y software) y pedagógicos (objetivos, contenidos, estrategias de aprendizaje).

Hay muchas herramientas que dan soporte a los procesos del e-learning [9]:

- Herramientas de autor: creación de recursos multimedia.
- Aulas de clase virtuales: por medio de videoconferencia.
- Sistemas de gestión de aprendizaje: LMS.

Estos últimos, los LMS, son herramientas utilizadas para gestionar actividades de aprendizaje a través de la habilidad para catalogar, registrar y hacer seguimiento tanto de quienes aprenden como de quienes enseñan, y de los contenidos enseñados [10].

La aparición de Internet ha supuesto la proliferación de sistemas y recursos educativos que conlleva la necesidad de establecer recomendaciones y estándares que permitan su

uso eficiente de las tecnologías aplicadas al aprendizaje.

La estandarización pretende posibilitar la reutilización de recursos educativos y la interoperabilidad entre sistemas software heterogéneos.

La búsqueda de homogeneidad en los sistemas y contenidos persigue [11]:

- Reutilización efectiva de contenidos.
- Capacidad de adaptabilidad de contenidos y adecuación del entorno de aprendizaje en función de los requisitos de conocimiento y preferencias del alumno.

Los estándares de e-learning son el vehículo para poder dotar de flexibilidad a los sistemas de e-learning, tanto en contenido como en estructura. También debemos utilizar los estándares de e-learning para dar soporte a los procesos pedagógicos.

Hay numerosos estudios, como el realizado por la herramienta Feijoo.net [12], que demuestran que los alumnos aprenden con más efectividad cuando se les enseña en su estilo de aprendizaje predominante. Por eso, muchos de los sistemas de e-learning dirigen su adaptación a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos. Otros sistemas basan su adaptabilidad en la utilización de material didáctico adaptado a las características del alumno, mientras que otros lo hacen mediante la estructuración adaptada del contenido a los procesos mentales del alumno [13].

Actualmente la mayoría de los sistemas de gestión de aprendizaje utilizan el estándar SCORM [14], pero son muy pocos los sistemas que siguen las especificaciones de su última versión.

La secuenciación SCORM se basa en una estructura de actividades de aprendizaje, sobre la que se aplica una estrategia de secuenciación determinada. Mientras que la navegación define cómo los eventos de navegación son disparados y procesados, dando lugar a la identificación de las actividades de aprendizaje a desarrollar.

El contenido educativo y la estructuración del mismo, dentro del estándar SCORM, siguen las especificaciones recogidas en el CAM (Content Aggregation Model). Esta parte del estándar define como crear los paquetes de contenido y la especificación de los metadatos (datos relativos al contenido). Es mediante estos metadatos como se

definen las reglas de secuenciación y navegación aplicables a un paquete de contenido educativo.

5. Nuestra propuesta: Introducción de adaptación en el estándar SCORM

Lo importante de la adaptabilidad de los sistemas de e-learning no es sólo la posibilidad de adaptar el aprendizaje a cada tipo de usuario, sino que esta adaptación pueda ser reutilizada por otros sistemas. De ahí la importancia de la adaptabilidad de un estándar en plena expansión como SCORM.

La adaptabilidad propuesta se basa en la utilización de objetos de aprendizaje, en contraposición a la utilización de reglas lógicas que pueden llevar a la redundancia de contenido y una menor reutilización de material.

Para ello se crearían objetos genéricos de aprendizaje almacenados en un repositorio de objetos. Estos objetos tendrían el contenido común de los diferentes estilos y serían secuenciados de diferente forma dependiendo del estilo del usuario.

Por ejemplo: Supongamos que estamos haciendo adaptación a los estilos de aprendizaje del Test de CHAEA[2]. Esta clasificación distingue 4 estilos de aprendizaje: teóricos, activos, pragmáticos y reflexivos. Cada uno de estos estilos tiene sus características y particularidades. Para simplificar el ejemplo, supongamos que hacemos la adaptación a los estilos teórico y activo.

En el caso de los alumnos con estilo teórico les favorece un aprendizaje basado en conceptos y presentado de una manera estructurada. Requieren que los contenidos estén organizados en conceptos. No le interesan demasiado los ejercicios, sino que ellos van a ir obteniendo el conocimiento inductivamente. Aprenden memorísticamente y en la presentación de los contenidos dan mucha importancia a elementos textuales y gráficos que sean intuitivos y acordes con lo que se explica.

Los alumnos con un estilo Activo no les interesan los temas muy teóricos, prefieren la práctica, y son alumnos que necesitan tener interactividad con lo que aprende. Para obtener esa interactividad precisan realizar muchos ejercicios y ver el resultado. Quieren tener una retroalimentación de lo que están realizando. Para ellos son muy buenos los experimentos, ya que siempre obtienen una salida y si ven que lo

obtenido no es lo deseado, cambiarán las variables o los parámetros de dicho experimento para, -de esta manera-, volver a tener un feed-back.

La aplicación que trabaje con estos dos estilos internamente tendría que generar la secuencia adaptada a cada uno de los estilos:

- Para el activo, la secuencia de actividades más apropiada para el aprendizaje de un determinado concepto sería: preguntas, ejemplos y teoría
- Para el teórico, la secuencia apropiada sería: teoría, ejemplos y preguntas.

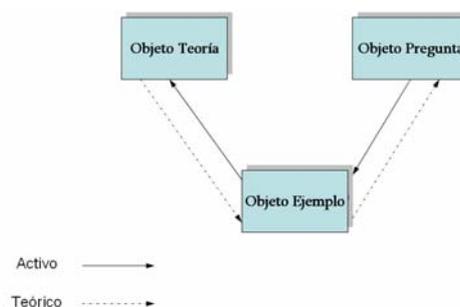


Figura 1. Secuenciación adaptada

El estándar SCORM está dividido en 3 partes:

- CAM: Creación y empaquetamiento de objetos de aprendizaje.
- RTE: Lanzamiento de los objetos de aprendizaje.
- SN: Secuenciación y navegación de los objetos de aprendizaje.

Nuestra propuesta consiste en introducir la adaptabilidad dentro del SN, que es la parte del estándar encargada de secuenciar el contenido y guiar al alumno en el proceso de aprendizaje.

Siguiendo con el ejemplo, la adaptación a la clasificación del test de CHAEA, está incorporada en el SN. En concreto, hay 7 tipos de objetos de aprendizaje: Objeto Teoría, objeto ejercicio, objeto ejemplo y objeto actividad. El objeto ejercicio tiene asociado el objeto pregunta, solución y, podría tener asociado también el objeto actividad. Cada uno de estos objetos, que denominamos de alto nivel, puede contener a su vez otros objetos más primitivos o de bajo nivel como son: objeto imagen, objeto texto, objeto sonido, etc.

Son estos objetos de aprendizaje los que el sistema secuencia de manera automática dependiendo del estilo de aprendizaje teórico o activo.

El principal inconveniente de la adaptabilidad dentro de SCORM es el propio diseño e implementación del SN dentro del estándar, puesto que esta parte está conceptualmente ligada al RTE, y es difícil establecer la diferencia entre las funciones propias de cada una de las partes, y del propio LMS.

A la hora de implementar un LMS que cumpla las especificaciones SCORM sería importante conseguir una independencia total entre el SN y el RTE, no sólo por la propia separación conceptual que establece el estándar, sino porque esto facilitaría el desarrollo del mismo por parte de un equipo de trabajo de forma paralela, sin que exista solapamiento entre las funciones de distintos miembros del equipo.

Esta separación entre ambas partes, podría conseguirse a través de dos formas: mediante reflectividad computacional [15] o bien, mediante la implementación de una librería Java [16].

Utilizando la reflectividad computacional, transformaríamos el árbol de actividades y la secuenciación en un árbol, más sus estados y el modelo de datos. El RTE utilizaría la reflectividad computacional para ejecutar la clase generada por el SN en tiempo de ejecución (Fig. 2), la cual tiene implementada internamente los métodos y atributos adecuados, entre los cuales está la estructura de datos tipo árbol, las reglas de secuenciación que son los estados para pasar de un nodo a otro del árbol y el modelo de datos.

La principal ventaja de utilizar la reflexión computacional es que todo el proceso es dinámico, tanto la creación de la clase árbol como la interpretación de las reglas de secuenciación. Además, los cambios de estados en el árbol, así como la información del árbol están permanentemente actualizados.

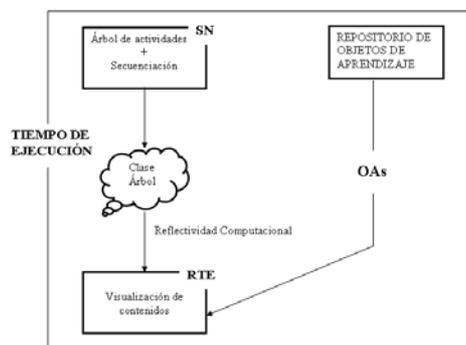


Figura 2. Visión dinámica SN

El concepto de árbol es algo que es intrínseco dentro del estándar SCORM, de hecho estructuran el contenido educativo en forma de árbol.

La desventaja de incluir la reflexión es, que supone una sobrecarga en el sistema, que por otro lado es intrínseca a la propia reflexión computacional, ya que tenemos que tener en cuenta que el sistema se está mirando a sí mismo y está creando una clase en tiempo de ejecución con los datos existentes en el modelo de datos y en el árbol de actividades.

Frente a esta visión dinámica, se encuentra la segunda propuesta de implementación del SN, mediante una librería Java. Esta librería nos proporcionaría la funcionalidad del SN, mediante la implementación de sus reglas. El RTE usaría esta librería para acceder a la secuenciación e identificar así el siguiente objeto de aprendizaje a lanzar (Fig. 3).

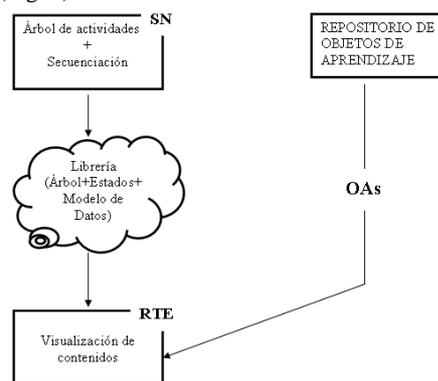


Figura 3. Visión estática SN

La ventaja de la librería es que separa claramente la funcionalidad del SN y del RTE, lo cual facilita bastante el desarrollo de estos módulos. Además el incluir esta librería, generada previamente por el SN, en el RTE no supone una excesiva sobrecarga en el sistema, ya que la librería incluiría los datos acerca de árbol, los estados y el modelo de datos.

La desventaja principal radica en que el proceso no es dinámico, es decir, es necesario que esté terminada la ejecución del SN para que el RTE pueda continuar la ejecución del sistema.

6. Conclusiones

A pesar del notable incremento de universidades españolas que poseen sistemas de formación on-line, estos sistemas cuentan con carencias desde el punto de vista del modelo pedagógico de aprendizaje.

Las nuevas tecnologías deben facilitar el desarrollo de sistemas de e-learning capaces de identificar las necesidades de los alumnos y adaptarse a ellas, concretamente a aquellas características que sean fundamentales en el proceso de aprendizaje, entre las que destacan de manera notable el estilo de aprendizaje de los alumnos.

Los estándares de e-learning proporcionan a los sistemas virtuales de formación la capacidad de reutilización de recursos educativos y la estructuración y guía a través de sus contenidos.

El estándar más utilizado por los sistemas de e-learning actualmente es el estándar SCORM. Este estándar no recoge especificaciones acerca de la adaptabilidad del mismo a los estilos de aprendizaje, por lo que proponemos dos ideas, una dinámica y otra estática, de implementación de esta adaptabilidad dentro del estándar.

Referencias

- [1] “Evolución de la oferta formativa on-line de las universidades públicas españolas (2001-2004).”
<http://www.sitat.com/nodoeducativo/indice.htm>
- [2] Alonso, C.M, Gallego, D.J, Honey, P. “Los estilos de aprendizaje.” 4ª Edición. Ediciones Mensajero.
- [3] Area Moreira, M. “¿Qué aporta Internet al cambio pedagógico en la educación superior?”.
<http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento7.htm>
- [4] Duarte Hueros, A. , Guzmán Franco, M.D., Infante Moro, A., Pardo Rojas, A., Pavón Redondo, I. “Opinión de expertos en teleformación ante las actividades formativas virtuales desarrolladas en sus universidades.”
<http://www.campusred.net/congreso/pdfscunicaciones/ANADUARTE.pdf>
- [5] Sitio web de WebCT. www.webct.com
- [6] www.virtual0.uned.es
- [7] Sitio web de moodle. www.moodle.org
- [8] www.elearningworkshops.com
- [9] Lareki, A. “Beneficios y riesgos de la participación de estudiantes universitarios en la Red: de la teoría a la práctica”.
<http://www.campusred.net/congreso/pdfscunicaciones/Arkaitz%20Lareki.pdf>
- [10] Miranda Díaz, G.A. “De los ambientes virtuales de aprendizaje a las comunidades de aprendizaje en línea.”
http://gamd.ath.cx/archcv/nov_art62.pdf
- [11] Comezaña Portilla, O., García Peñalvo, F.J. “Plataformas para educación basada en web: Herramientas, procesos de evaluación y seguridad.”
<http://tejo.usal.es/inftec/2005/DPTOIA-IT-2005-001.pdf>
- [12] Mª del Puerto Paule, Juan Ramón Pérez, Martín González. “An Example of Evaluation applied to a course adapted to learning styles of CHAEA’S test”. Computer Science Reports 04/18. ISSN: 0926-4515.
- [13] Papanikolau, K., Grigoriadou, M., Magoulas, G., Kornilakis, H. Towards new forms of knowledge communication: the adaptive dimension of a web-based learning environment. Computers and Education, Vol. 39 (2002) 333-360

- [14] Sitio web de ADL. www.adlnet.org
- [15] Francisco Ortin, Benjamin Lopez, J. Baltasar García Perez-Schofield.
Separating Adaptable Persistence Attributes
through Computational Reflection. IEEE
Software, Volume 21, Issue 6. November 2004.
- [16] Sitio web de Java. <http://java.sun.com/>

