

# Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante

Enric Mor, Muriel Garreta, Maria Galofré

<sup>1</sup> Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació - Universitat Oberta de Catalunya  
Rambla del Poblenou 156, 08018 Barcelona, España  
emor@uoc.edu

<sup>2</sup> Tecnologia Educativa - Universitat Oberta de Catalunya  
Av. Tibidabo 39, 08035 Barcelona, España  
murielgd@uoc.edu

<sup>3</sup> Gestió de l'Acció Docent- Universitat Oberta de Catalunya  
Rambla del Poblenou 156, 08018 Barcelona, España  
mgalofre@uoc.edu

**Resumen.** Este trabajo describe la aplicación del proceso de Diseño Centrado en el Usuario en el desarrollo de un aula virtual. Se presentan las etapas seguidas y las conclusiones obtenidas. Para evaluar los diseños realizados, se ha llevado a cabo una prueba piloto de la nueva aula en el campus virtual de la Universitat Oberta de Catalunya. Los resultados obtenidos están relacionados principalmente con la experiencia proporcionada por el nuevo diseño, que ha sido valorado muy positivamente por los estudiantes. La experiencia del trabajo realizado ha aportado conocimiento y experiencia en la aplicación del Diseño Centrado en el Usuario en e-learning, teniendo en cuenta todas sus concreciones i singularidades.

**Palabras clave:** Diseño centrado en el usuario, usabilidad, experiencia del usuario, e-learning, entornos virtuales de aprendizaje.

## 1 Introduccion

El desarrollo de Internet ha tenido un gran impacto sobre la educación a distancia y consecuentemente, la educación en línea o e-learning se ha consolidado como una alternativa dominante de confianza. Diferentes instituciones educativas de todo el mundo sacan provecho de las tecnologías disponibles para así proveer formación a una audiencia cada vez mayor. Cada día hay mas personas que para aprender y formarse hacen uso de sistemas de e-learning tanto entornos educativos como

materiales de aprendizaje. El e-learning facilita la educación a quienes por diferentes motivos no pueden acceder a una educación tradicional: personas que no pueden desplazarse, personas con poco tiempo libre o personas con alguna discapacidad, etc. Al mismo tiempo que crece la oferta de distintas propuestas y modalidades de sistemas de e-learning, crece también el número de personas que los utilizan, por lo que se hace necesario considerar la diversidad de necesidades y características de estas personas a la hora de diseñar los entornos virtuales de aprendizaje y los contenidos educativos. De esta manera se contribuye al diseño y construcción de sistemas de e-learning que faciliten que las personas puedan utilizarlos de manera sencilla, efectiva y eficiente, de forma que el proceso de aprendizaje proporcione una experiencia de usuario positiva que devenga una experiencia de aprendizaje positiva.

Los entornos de aprendizaje y los materiales educativos se diseñan a partir de un conjunto de requerimientos tanto tecnológicos como educativos [10], y deberían diseñarse también considerando los conceptos y metodologías propios de la Interacción Persona-Ordenador (IPO). La IPO proporciona un conjunto de conceptos y metodologías que constituyen un paso adelante en el diseño de sistemas interactivos [15]. El e-learning se basa en ordenadores, dispositivos y pantallas, y es fundamentalmente interactivo, por lo que la IPO ha de ser un elemento clave en el diseño de sistemas interactivos de e-learning que quieren tener en cuenta las necesidades y características de los usuarios. La usabilidad constituye un factor clave en la habilidad del estudiante a la hora de adquirir conocimientos y competencias de una manera satisfactoria.

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [15] es una filosofía de diseño y un proceso en el que las necesidades, requerimientos y limitaciones del usuario final del producto constituye el foco de cada etapa del proceso de diseño. Involucrando al usuario en cada fase del proceso de desarrollo se garantiza que el producto final responde a sus necesidades y características y, por tanto, en el desarrollo de sistemas de e-learning, facilita a los estudiantes una experiencia de aprendizaje positiva. Además, se garantiza que los estudiantes no necesiten adquirir nuevas competencias para poder utilizar el entorno de aprendizaje de nuevo. Esto es esencial, ya que tanto las experiencias de aprendizaje positivas como la maximización de las competencias adquiridas son aspectos fundamentales del aprendizaje y formación a lo largo de la vida.

Este artículo describe la aplicación de un proceso de diseño centrado en el usuario en el desarrollo de una aula virtual. El proyecto de rediseño de esta aula es parte de un proyecto más amplio que consiste en el diseño de un campus virtual. Uno de sus objetivos es mostrar que aplicando DCU en un entorno de e-learning se puede desarrollar un proceso de diseño centrado en el estudiante que garantice la calidad de los desarrollos y una experiencia de aprendizaje positiva. Este artículo se estructura de la siguiente forma: La sección 2 describe la importancia del diseño centrado en el usuario y de la evaluación de la usabilidad como una vía para construir experiencias de aprendizaje. La sección 3 describe los servicios ofrecidos por el campus virtual de la Universitat Oberta de Catalunya y la propuesta para adoptar las metodologías del diseño centrado en el usuario en el proyecto de rediseño del campus virtual. La sección 4 describe el rediseño llevado a cabo en la nueva aula virtual. Finalmente, se presentan las conclusiones y las líneas de trabajo futuro.

## 2 Diseño centrado en el usuario, usabilidad y experiencia del usuario en e-learning

Tal como ocurre en cualquier entorno virtual, el diseño de sistemas de e-learning también debe ser centrado en el usuario [5], usable y que tenga en cuenta las características y habilidades de los usuarios a la hora de interactuar con el entorno virtual de aprendizaje y con los contenidos educativos. El e-learning también debe considerar la usabilidad, esto es la eficiencia, la efectividad y la satisfacción del estudiante. Nielsen [12] define la usabilidad como un atributo de la calidad que establece la facilidad de uso de las interfaces de usuario y que se define a partir de cinco componentes de calidad: *learnability* o capacidad de ser aprendido, eficiencia, *memorability* o capacidad de ser recordado, evitar los errores de usuario y la satisfacción del usuario.

Directamente relacionado con el concepto de eficiencia al que se refiere la usabilidad, aparece el concepto de *learnability*, y se refiere a la velocidad con la que alguien aprende a usar una aplicación específica. *Learnability* es pues el grado en el que una interfaz de usuario puede ser aprendida de manera efectiva y rápida, aunque también puede referirse a la eficacia con la que un contenido de e-learning específico puede ser aprendido [6]. Mientras que en la usabilidad *learnability* hace referencia a la funcionalidad, *learnability* también hace referencia al proceso cognitivo del aprendizaje. De este modo, cuanto menos esfuerzo se dedique a entender y aprender la funcionalidad del sistema de e-learning, mayor esfuerzo podrá dedicar el estudiante a aprender contenidos educativos y a adquirir competencias. En el diseño de sistemas de e-learning es importante alcanzar tanto los objetivos de usabilidad como los objetivos educativos. Los estudiantes deberían poder interactuar fácilmente con los contenidos educativos y con el entorno de aprendizaje y concentrarse en adquirir los conocimientos y competencias previstos en su formación. Por lo tanto, el principal objetivo es identificar las soluciones de diseño del e-learning que reducen la frustración del usuario y que incrementan la usabilidad, el aprendizaje y la satisfacción. El concepto de experiencia del usuario o experiencia del estudiante está directamente relacionado con la usabilidad y la satisfacción, aunque es más amplio.

En el diseño de sistemas de e-learning usables es interesante considerar tres dimensiones: el estudiante, el contenido y el entorno. El usuario o el estudiante incluye la identificación de usuarios y el descubrimiento de sus necesidades y características. La dimensión del contenido educativo incluye la identificación de guías de diseño, técnicas y requerimientos que han de seguirse y los diferentes aspectos relacionados con la separación del contenido y la visualización de los contenidos. La dimensión del entorno educativo tiene en cuenta la identificación de los requisitos y características del entorno de aprendizaje, el análisis de tareas y el diseño de la interacción. Estas tres dimensiones ayudan a proporcionar una visión completa del e-learning y situarlo en el DCU y numerosos trabajos previos muestran la importancia de la usabilidad en el e-learning [11,2,16].

En los entornos de aprendizaje virtuales, es de gran importancia obtener información acerca del comportamiento de los usuarios y entender como los estudiantes utilizan el entorno de aprendizaje y cómo navegan por los materiales educativos. Entender el comportamiento de los usuarios proporciona una información

de gran utilidad a los ingenieros de la usabilidad y a los diseñadores del sistema para determinar si la interfaz del sistema de e-learning se ha diseñado bien y saber que tareas generan mayor tasa de fracaso o frustración [7]. Los datos que se recogen de la actividad de los estudiantes constituyen una fuente de información muy valiosa y relevante para el avance en el diseño y desarrollo de soluciones de e-learning innovadoras así como herramientas y servicios que faciliten alcanzar los objetivos instruccionales y educativos [3].

### **3 Diseño centrado en el usuario en el campus virtual de la UOC**

La Universitat Oberta de Catalunya (UOC) es una universidad totalmente virtual que ofrece tanto titulaciones homologadas como estudios de tercer ciclo, con más de 40000 estudiantes. La UOC tiene un modelo pedagógico centrado en el estudiante que proporciona un itinerario educativo guiado a través del campus virtual. Además de este modelo pedagógico centrado en el estudiante, la perspectiva del diseño centrado en el usuario se utiliza en el diseño y evaluación del campus virtual de las herramientas educativas. En el campus virtual de la UOC cada asignatura tiene una o más aulas virtuales con todos los elementos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje: correo electrónico, documentación, el plan docente, las actividades relacionadas, evaluación, tablón del profesor, fórums, debates, etc. El aula virtual constituye el punto de encuentro del profesor con los estudiantes, de los estudiantes entre ellos y de las diferentes actividades de aprendizaje.

La aplicación del DCU en el rediseño del aula virtual garantiza que el entorno proporciona a sus usuarios lo que debe proporcionar. Al mismo tiempo, se esperan recoger conclusiones importantes para definir el proceso de Diseño Centrado en el Estudiante (DCE) y cómo éste se diferencia del DCU y de este modo garantizar los objetivos educativos y una experiencia de aprendizaje positiva.

El trabajo que se presenta forma parte del proyecto Campus. El principal objetivo de este proyecto es desarrollar una plataforma en código abierto para la educación universitaria, y sus aspectos clave son los que la hacen especial en el campo del e-learning. En primer lugar, el campus virtual dará servicio hasta a 10.000 usuarios conectados simultáneamente. En segundo lugar, el diseño del campus sigue una aproximación basada en el DCU. En tercer lugar, la interfaz de la plataforma seguirá los principios y estándares de la usabilidad y la accesibilidad. El trabajo que aquí se presenta se focaliza principalmente en el segundo aspecto: el proceso del diseño centrado en el usuario como herramienta para asegurar la calidad del producto final. Desde la perspectiva del DCU el proyecto sigue los principios de la norma ISO 13407 [9]: involucrar activamente a los usuarios, entender claramente a los usuarios y las tareas que deben llevar a cabo, una correspondencia adecuada entre las funcionalidades que proporciona la tecnología y los usuarios, la interacción de soluciones de diseño y un diseño multidisciplinar. Además, este estándar internacional establece cuatro actividades de DCU. Se verá como estas actividades encajan y se aplican en el proyecto: entender y especificar el contexto de uso, especificar el usuario y los requisitos organizacionales, evaluar los diseños a partir de los requisitos y producir soluciones de diseño. El proyecto está dividido en 12

paquetes de trabajo, el primero se refiere a entender y especificar el contexto de uso y a recoger los requisitos del usuario. En el caso concreto del proyecto Campus, algunos de los requisitos organizacionales que aparecen en la ISO 13407 se definen a partir de especificaciones propias del e-learning como son SCORM [1] y IMS [8], y otros son definidas por las propias instituciones educativas que participan en el proyecto.

### **3.1 Perfiles de usuario, personas, escenarios y necesidades**

El resultado del primer paquete de trabajo es el conocimiento acerca del usuario, el entorno de uso y las tareas que llevará a cabo. El primer paso de esta actividad consiste en definir perfiles de usuario, es decir, obtener una descripción detallada de los atributos de los usuarios del campus virtual (estudiantes, profesores y gestión académica). Estos perfiles de usuario se definen a partir de datos cuantitativos, como son los datos socio-demográficos y psicográficos, y también a partir de información académica. Un análisis cualitativo combinado con estos perfiles de usuario ayudará a definir personas, escenarios y necesidades. Las personas [14] son personajes ficticios creados para definir usuarios típicos.

Las personas tienen nombre, cara, objetivos, tareas, habilidades, aficiones, etc. Esta herramienta de diseño se utiliza para reducir las distancias y aproximar a los usuarios finales y al equipo de diseñadores, de manera que estos últimos puedan focalizar sus esfuerzos en las necesidades y expectativas de los usuarios.

Los escenarios [4] son descripciones de las acciones necesarias para realizar acciones específicas y pueden incluir la descripción del comportamiento en una situación dada. Los escenarios incluyen el contexto, los actores, los objetivos, la secuencia y el resultado.

El documento de necesidades describe los elementos claves del campus virtual desde el punto de vista del usuario y también incluye las nuevas tecnologías o herramientas que pueden ser aplicadas en e-learning. Las necesidades se agruparán teniendo en cuenta las áreas funcionales del campus virtual: materiales de aprendizaje, herramientas de aprendizaje, herramientas de comunicación, herramientas de planificación y herramientas de apoyo.

### **3.2 Test de usuarios y prototipos**

Este segundo paquete de trabajo, test de usuarios y prototipos, se centra en la evaluación de diseños y en la producción de soluciones de diseño. Para alcanzar este objetivo se han definido las siguientes etapas para el paquete de trabajo:

- Desarrollo de guías de usabilidad y accesibilidad
- Definición de wireframes para las módulos y aplicaciones básicas
- Realización de test de usabilidad y accesibilidad
- Apoyo a los equipos de desarrollo en la aplicación de las guías de usabilidad y accesibilidad

Las guías de accesibilidad serán una adaptación del documento más reciente del Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [17] a las necesidades propias del campus virtual. La guía de usabilidad también seguirá la estructura de los documentos

WCAG (principios, guías y listas de control) y se creará a partir de la información del análisis de usuarios. También esta prevista la creación de una tercera guía que defina el estilo y la interacción en el campus virtual. Además del desarrollo de estas guías, se llevará a cabo un proceso de evaluación iterativo en todos los módulos del campus virtual. Este proceso incluye evaluación heurística, prototipado de baja fidelidad, prototipado de alta fidelidad y test de usuarios, dependiendo de la fase de desarrollo de cada módulo. El resultado de las distintas evaluaciones se reflejará en un documento que recogerá cambios y sugerencias de mejora. Cada equipo de desarrollo correspondiente se encargará de implementar o incorporar los cambios.

## **4 Proceso de rediseño del aula virtual**

La nueva aula virtual es uno de los elementos principales y más importantes en el proyecto del campus virtual. Se ha usado su rediseño para aplicar la perspectiva del DCU, en concreto el test de usuarios y el prototipado. Se ha trabajado muy cerca de los usuarios (estudiantes, profesores y administración) para entender sus necesidades y sus sugerencias de mejora. El proyecto dio comienzo en septiembre de 2005 con la fase de requisitos de usuario y siguió con la fase de diseño iterativo y evaluación de prototipos. En otoño de 2006 se llevaron a cabo cinco pruebas piloto utilizando la nueva aula virtual, para de este modo evaluar el rediseño en un entorno y situación de aprendizaje real.

### **4.1 Etapa de requisitos de usuario**

El objetivo de la etapa de requisitos de usuario es obtener información sobre el uso del aula virtual actual así como de los aspectos positivos y negativos desde el punto de vista del estudiante. Se llevaron a cabo focus groups o grupos de discusión con estudiantes y profesores para obtener información y para conocer sus impresiones acerca del aula virtual y cómo esta se puede cambiar y mejorar. Por otra parte, se llevaron a cabo test de usuarios para así poner de manifiesto cómo los estudiantes y profesores realmente utilizan el aula virtual y llevan a cabo tareas concretas. Del análisis de los resultados se obtuvieron tres conclusiones principales:

- El aula virtual actual funciona bien y es fácil de usar
- El aula virtual actual es mejorable y los estudiantes esperan una mejora
- Un cambio radical del aula virtual representaría un inconveniente.

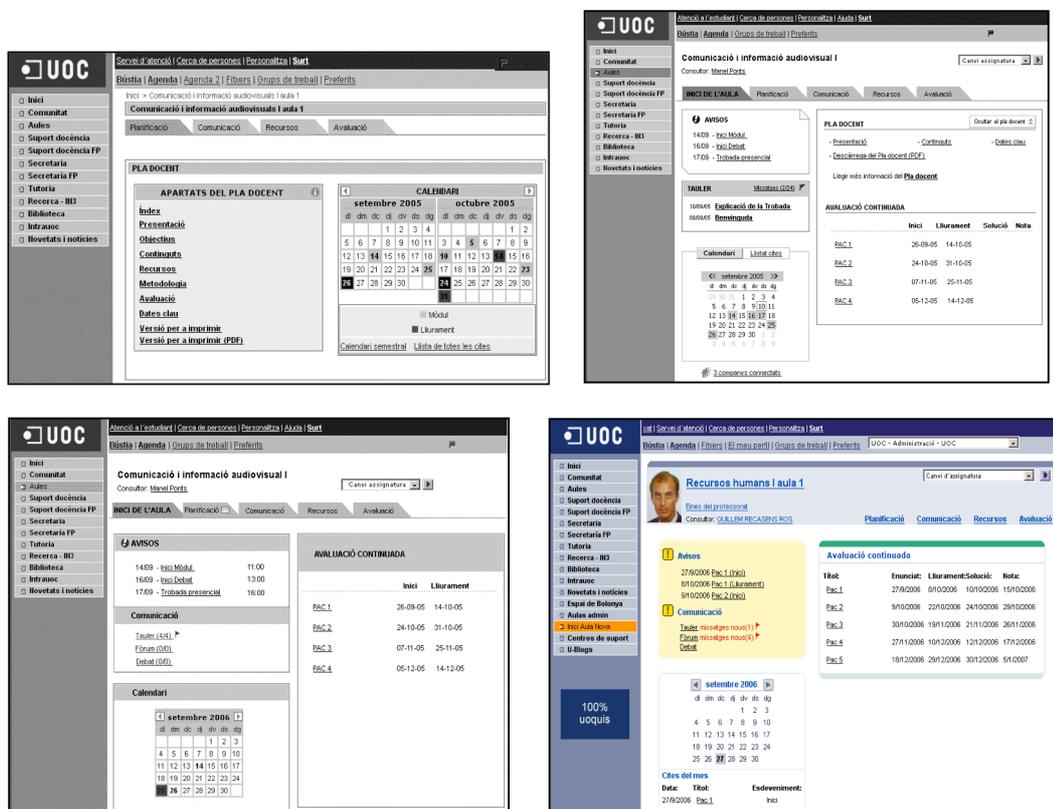
Por tanto, aunque los estudiantes están acostumbrados a utilizar el aula virtual actual y pueden usarla sin mayores dificultades, esto no significa que no deseen un cambio en su diseño, estructura y en las funcionalidades que incorpora. El hecho que estén acostumbrados a ella, no implica que no pueda ser mejorada. Estudiantes y profesores desean una nueva aula virtual con valor añadido en comparación con la actual y que al mismo tiempo no les haga necesario aprender de nuevo como utilizarla.

## Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante 7

La lista de mejoras que se obtuvo se agrupó en tres categorías: interacciones eficientes, flexibilidad y nuevas tecnologías. Considerando estas mejoras como guías, se diseñaron y desarrollaron los prototipos para la siguiente fase.

### 4.2 Etapa de diseño iterativo y de evaluación de prototipos

El primer paso en esta etapa fue el diseño y la definición de un primer prototipo de baja fidelidad que trasladaba los requisitos de los usuarios para un nuevo diseño del aula virtual. El diseño se evaluó y refinó de manera iterativa por un equipo interdisciplinario. El prototipo se fue mejorando en cada iteración y de este modo se obtuvo un prototipo de alta fidelidad dispuesto a ser evaluado en un test de usuarios.



**Fig. 1.** Evolución de la página principal del aula actual (arriba a la izquierda) hacia el aula de la prueba piloto (abajo a la derecha)

El siguiente paso consistió en la realización de 30 test de usuarios con estudiantes de diferentes titulaciones y de diversos cursos y años académicos. Se evaluaron tres prototipos diferentes para, de este modo, comparar su funcionamiento y aceptación

entre los estudiantes. Independientemente del prototipo en cada test de usuarios, los estudiantes llevaron a cabo las mismas tareas. El análisis del resultado de los distintos test proporciono información sobre cómo mejorar el prototipo. Sin embargo, aunque las tareas que se lleven a cabo en un test de usuarios sean reales, se es consciente que un test de usuarios puede proporcionar información no real o sesgada acerca del proceso de aprendizaje del estudiante. Por este motivo se decidió llevar a cabo 5 pruebas piloto durante el semestre de otoño de 2006. Teniendo en cuenta que un cambio radical no es deseado por los estudiantes, se optó por mantener la estructura de cuatro pestañas del aula y se añadió una nueva página principal que resume los elementos importantes para el estudiante.

#### 4.3 Etapa de prueba piloto

El objetivo principal de la etapa de prueba piloto fue evaluar y analizar si la nueva aula ayuda a los estudiantes en su motivación para el estudio y en la eficiencia en el aprendizaje. Las cinco pruebas piloto empezaron con el inicio del semestre de otoño de 2006. Se planificaron dos puntos de control: un test de usuarios al inicio del semestre y un conjunto de *focus groups* una vez finalizado el semestre.

En los test de usuario participaron los estudiantes de los grupos piloto. Entre ellos había usuarios que no estaban familiarizados con el aula virtual original, es decir que el aula piloto que utilizaban era la primera y única aula virtual a la que habían accedido. A partir de los test se supo que la nueva aula virtual constituye una mejora respecto la anterior, es más fácil de usar y los estudiantes se sienten cómodos.

El objetivo al realizar los *focus groups* era el de conocer la percepción de estudiantes y profesores acerca de la nueva aula virtual. A partir de los test de usuario se sabe que las nuevas aulas son usables, pero ¿les gustan a los estudiantes? ¿mejoran la experiencia de aprendizaje? Las conclusiones y resultados de los *focus groups* varían dependiendo de las características de los estudiantes. Los estudiantes que habían utilizado el aula virtual original durante varios cursos se encontraron inicialmente perdidos en la nueva aula virtual. Aunque esto no se manifestó en los test de usuarios y por tanto puede no ser exactamente cierto, sí se manifestó un sentimiento de los estudiantes y de su primer contacto con la nueva aula. En cambio, los estudiantes para los que el aula piloto era la única aula virtual que habían utilizado jamás, la valoraron muy positivamente. Así, puede decirse que aunque la nueva aula provoca diversidad de impresiones, la opinión generalizada de los estudiantes y de los profesores es que todavía necesita ciertos ajustes, aunque la propuesta de rediseño que se evaluaba se considera un gran avance.

### 5 Conclusiones

El diseño centrado en el usuario es un proceso en el que las necesidades, requerimientos y limitaciones de los usuarios finales constituyen el foco en cada etapa del proceso de diseño. Siguiendo esta filosofía, se ha recogido suficiente información para saber que se está caminando en la dirección deseada por estudiantes y profesores.

Esto, aunque positivo, no es suficiente. La aplicación de técnicas y métodos de DCU en entornos y contenidos de e-learning requiere adaptar las técnicas y métodos estándares ya que los usuarios son estudiantes y consecuentemente tienen un objetivo principal y concreto: aprender.

El rediseño del aula virtual siguiendo un proceso de diseño centrado en el usuario ha proporcionado información adecuada para empezar a construir un modelo de proceso de diseño centrado en el estudiante. Este modelo debe considerar los aspectos pedagógicos, instruccionales y de e-learning específicos de la UOC y debe facilitar la identificación de aquellos elementos que proporcionan a los diseñadores la ayuda necesaria para diseñar mejor y así proporcionar mejores experiencias a los estudiantes.

Construir una experiencia del estudiante satisfactoria es un proceso iterativo, donde en cada etapa el diseño se mejora. Actualmente se está trabajando en un cambio más profundo a nivel de diseño y de organización del contenido que se implementará y se evaluará en los próximos semestres. Somos conscientes que estos cambios requieren un cierto esfuerzo por parte de los estudiantes pero también somos conscientes que el producto final tiene en cuenta sus necesidades y requisitos y por tanto el proceso se percibirá de manera positiva y como una mejora de la experiencia educativa.

## **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto PERSONAL(ONTO) del Ministerio de Educación y Ciencia (TIN2006-15107-C02-01).

## **Referencias**

1. A. D. L. (ADL). Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 2nd edition overview.
2. Ardito, C.; Marsico, M. De; Lanzilotti, R.; Levialdi, S.; Roselli, T.; Rossano, V.; Tersigni, M. (2004) Usability of E-learning tools. AVI '04: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces 80-84, ACM Press, Gallipoli, Italy.
3. Carbó, J.M., Mor, E., Minguillón, J. (2005) User navigational behavior in e-learning virtual environments. In: Proceedings of the ACM International Conference on Web Intelligence, Compiègne, France 243-249.
4. Courage, C.; Baxter, K. (2004) Understanding Your Users: A Practical Guide to User Requirements Methods, Tools, and Techniques. Morgan Kaufmann. San Francisco, CA.
5. Hackos, J.T., Redish, J. (1998) User Interface Task Analysis. John Wiley & Sons.
6. Feldstein, M. (2002) What Is "Usable" e-Learning? eLearn: Volume 2002, Issue 9.
7. Hilbert, D.M., Redmiles, D.F. (2000) Extracting usability information from user interface events. ACM Computing Surveys, 32(4), pp. 384-421.

10 **Enric Mor, Muriel Garreta, Maria Galofré**

8. IMS. 2004 IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata v1.3.  
<http://www.imsglobal.org/metadata/>.
9. ISO/IEC. 13407 Human-Centred Design Processes for Interactive Systems, ISO/IEC 13407: 1999 (E), 1999.
10. Jonassen, D., Howland, J., Moore, J., Marra, R.M. (2003) Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective (2nd Edition).
11. Miller, M. (2005) Usability in E-Learning. Learning Circuits, January 2005.
12. Nielsen, J. (1993) Usability Engineering. San Francisco: Morgan Kaufmann.
13. Norman, D.A. (2004) Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. New York: Basic Books.
14. Pruitt, J.; Adlin, T. (2006) The Persona Lifecycle : Keeping People in Mind Throughout Product Design. Morgan Kaufmann. San Francisco, CA.
15. Shneiderman, B. (1998). Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction. 3d ed. Reading, MA: Addison-Wesley.
16. Squires,D.; Usability and Educational Software Design: Special Issue of Interacting with Computers. Interacting with Computers, 1999/5, 11, 5, 463-466.
17. World Wide Web Consortium (W3C) (1999) *Web Content Accessibility Guidelines 1.0* <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>.