

# Rediseño de la Asignatura Mecánica I para su Impartición en Modalidad b-learning

**Consuelo Fernández**  
Universidad Politécnica de  
Madrid  
España  
Consuelo.fernandez2upm.es

**Bruno Ramiro**  
Universidad Politécnica de  
Madrid  
España  
j.ramiro@upm.es

**Laura Hernando**  
Universidad Politécnica de  
Madrid  
España  
Laura.hernando@upm.es

## ABSTRACT

This experience is part of a set of coordinated Projects of Innovative Learning accomplish in different Faculties of Engineering at the Universidad Politécnica de Madrid (UPM) [1,2] The main goal of this Project is the generation and adaptation of teaching materials in order to transform, in a progressive way, the teaching to a semi or fully distance learning. As educational resources it have been used Learning Objects. This paper describes the experience in the subject of Mechanics I and a part of the material prepared. Academic results achieved by students are also presented as well as the qualitative assessment done by students regarding the availability of digital learning objects.

## RESUMEN

Esta experiencia se enmarca dentro del conjunto de Proyectos coordinados de Innovación Educativa de distintas Escuelas de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) [1,2] cuyo objetivo principal es la generación y adaptación de materiales didácticos para transformar de forma progresiva la docencia a formato semi-presencial o completamente a distancia. Como recursos educativos se han utilizado los Objetos de Aprendizaje (OA). En este trabajo se describe la experiencia en la asignatura de Mecánica I y se muestran algunos de los materiales preparados. También se presentan los resultados académicos alcanzados por los alumnos y la valoración cualitativa que hacen los estudiantes respecto a disponer de objetos digitales de aprendizaje.

## KEYWORDS

Learning Objects, b-learning, ECTS.

## INTRODUCCIÓN

Durante el curso 2007/08 un grupo de profesores de distintas Escuelas de ingeniería de la UPM venimos desarrollando un conjunto de proyectos coordinados cuyo objetivo principal es la generación y adaptación de materiales didácticos con el fin de implantar una docencia en modalidad semipresencial, sustituyendo gran parte de las clases en aula convencionales, o completamente a distancia.

La novedad y el valor añadido del trabajo planteado reside en la diversidad de las asignaturas implicadas (Figura 1), no sólo por su temática, sino en otros aspectos de gran importancia práctica como la diferencia en número y procedencia de los alumnos que las cursan, nivel en el Plan de Estudios, etc.

Ha sido precisamente la coordinación en este escenario tan heterogéneo y de planteamientos diversos lo que ha enriquecido la experiencia, ya que nos ha permitido trabajar sobre enfoques diferentes que conducen a soluciones y al uso de herramientas adaptadas a cada caso concreto (diseño de páginas web, uso de plataformas de teleformación, diferentes formas de presentación de contenidos, etc).

Como recursos educativos comunes se han utilizado los Objetos de Aprendizaje [3], que favorecen la estructuración de los contenidos y de las actividades, proporcionando una guía al alumno en su proceso de aprendizaje.

Asignatura	Escuela <sup>17</sup>	Curso	Tipo
Mecánica I	EUITA	1º	Troncal
Dibujo I	ETSIN	1º	Obligatoria
Vehículos extraviarios y maquinaria de construcción	ETSII	5º	Optativa
Uso Industrial de las Plantas Medicinales y Aromáticas	ETSIM	-	Libre Elec.
Las pilas de combustible como alternativa energética del futuro	ETISA	-	Libre Elec.
Introducción a la lógica del ajedrez	EUITA	-	Libre Elec.

**Figura 1. Asignaturas involucradas en el proyecto**

En esta comunicación se presenta el trabajo desarrollado en la asignatura de Mecánica I de la Escuela Universitaria de

Fernandez, C., Ramiro, B., Hernando, L. (2008). Rediseño de la Asignatura Mecánica I para su Impartición en Modalidad b-learning. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 4, pp. 167-172, Santiago de Chile.

<sup>17</sup> EUITA: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica; ETSIN: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales; ETSII: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; ETSIM: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes; ETISA: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos.

Ingeniería Técnica Aeronáutica (EUIT Aeronáutica) por el Grupo de Innovación Educativa MECANO-65. El proyecto ha sido financiado por la UPM en la convocatoria 2007 de Ayudas a Proyectos de Innovación Educativa.

## OBJETIVOS

El equipo interdisciplinar de profesores se reunió en torno al Proyecto Coordinado con el Objetivo General de diseñar y compartir una experiencia de innovación consistente en diseñar/rediseñar sus asignaturas y la implementación de las mismas en el aula (real o virtual) para aplicar de forma sistemática un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la utilización de Objetos de Aprendizaje y conforme con el sistema de créditos europeos (ECTS).

Los objetivos en la asignatura de Mecánica I son los comunes a este conjunto de Proyectos de Innovación Educativa coordinados y que expresan los resultados esperados de la experiencia:

- Elaborar y utilizar Objetos de Aprendizaje para impartir asignaturas de docencia reglada en la modalidad b-learning..
- Adquirir experiencia en el rediseño/diseño de asignaturas de docencia reglada para su impartición en línea.
- Evaluar la utilidad y la influencia de los Objetos de Aprendizaje como instrumento para realizar una enseñanza de calidad en línea.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

Con el fin de superar las dificultades de coordinación que podría suponer el hecho de participar asignaturas y profesores de diferentes Escuelas con localizaciones distintas, se constituyó una comisión formada por un profesor de cada asignatura y que, mediante reuniones periódicas, supervisa los progresos realizados de forma global, así como la adecuación de los recursos comunes a la consecución de los objetivos.

También, desde el primer momento se ha dispuesto a través de la plataforma virtual Moodle de la UPM de una zona de coordinación que permite compartir materiales, ideas, dificultades y soluciones.

Es importante mencionar que, si bien en todo momento ha existido comunicación y colaboración entre las distintas asignaturas, ello no ha supuesto necesariamente uniformidad en los recursos ni en la metodología docente y evaluadora. Cada asignatura, basándose en la utilización de los Objetos de Aprendizaje, ha optado por la organización docente que mejor se adaptaba a sus necesidades. A continuación se describe la experiencia en la asignatura de Mecánica I.

### Alumnos sobre los que se realiza el estudio

El estudio se realiza durante el curso 2007-2008 sobre alumnos de primer curso de Ingeniería Técnica Aeronáutica en las especialidades de Aeronaves y de Equipos y Materiales Aeroespaciales. En la asignatura de Mecánica I, el grupo de Equipos y Materiales (Grupo Piloto) ha seguido la nueva metodología basada en la utilización de Objetos de

Aprendizaje y la incorporación de las TICs, mientras que el grupo de Aeronaves (Grupo de Control) ha seguido la metodología tradicional. También, durante el primer semestre, se ha aplicado la nueva metodología a un grupo especial de Docencia Complementaria integrado por 25 alumnos que no han superado la asignatura en convocatorias anteriores.

En la Figura 2 se muestran algunos datos relevantes acerca del tamaño de los grupos y al perfil de los alumnos sobre los que se realiza el estudio.

Curso 2007-2008	Aeronaves Grupo de Control	Equipos y Materiales Grupo Piloto
Nº de alumnos matriculados	203	189
Nota de corte	7,24	5,0

**Figura 2. Datos relativos a los alumnos sobre los que se realiza el estudio**

No se trata de una experiencia aislada ya que la asignatura de Mecánica I forma parte de las experiencias piloto de curso completo que la EUIT Aeronáutica viene desarrollando desde 2005 [4] orientadas a impartir el primer curso completo (11 asignaturas) utilizando una nueva metodología adaptada al sistema de créditos europeos (ECTS). En todos los casos se ha dirigido a un colectivo de alumnos de nuevo ingreso (Grupo Piloto) de la carrera de Ingeniero Técnico Aeronáutico, pero con tamaños de grupos y notas de corte muy diferentes.

### Metodologías aplicadas a la asignatura

La asignatura Mecánica I es una asignatura troncal de 6 créditos. Se imparte en el segundo semestre del primer curso del Plan de Estudios vigente de las Titulaciones de Ingeniero Técnico Aeronáutico en Aeronaves, en Aeromotores y en Equipos y Materiales Aeroespaciales, en la EUIT Aeronáutica [5].

En ella se estudia la mecánica newtoniana. Se desarrolla ampliamente toda la cinemática y la dinámica de la partícula y se introduce la dinámica de sistemas de partículas como base para de la Mecánica II. En este sentido también se incluye el tema de geometría de masas, imprescindible para la dinámica del sólido, y el fenómeno del rozamiento.

Por tratarse de una asignatura de primer curso, los conocimientos previos necesarios vienen establecidos por las enseñanzas reguladas para secundaria. Sin embargo, para poder abordar con éxito la asignatura es recomendable que el alumno haya cursado las asignaturas Física I y Cálculo I correspondientes al primer semestre.

### Metodología tradicional

La metodología tradicional es la que se ha utilizado en el Grupo de Control y representa el modelo educativo dominante aún en la actualidad, modelo centrado en el profesor y cuyo papel es la transferencia de los conocimientos.

Esta metodología se basa fundamentalmente en la clase magistral. Consiste en la explicación teórica de la materia en la pizarra, seguida del desarrollo de varios problemas de aplicación, también en la pizarra. Se dedica aproximadamente el mismo número de sesiones a clases teóricas y de problemas. El sistema de evaluación es el mismo para todos los alumnos y se describe a continuación.

**Nueva metodología**

Dentro de la Experiencia Piloto de Curso Completo 2007-2008 se decidió establecer un sistema de evaluación homogéneo para todas las asignaturas de primer curso, con dos pruebas intermedias y una tercera que coincide con el examen final

En esta contexto, se ha *rediseñado* la asignatura mediante la incorporación de las TICs [6] y los *Objetos de Aprendizaje* [7,8] que han permitido impartir la asignatura en modalidad b-learning. Con estos grupos la utilización de estos nuevos recursos didácticos digitales tiene como objetivo fundamental facilitar aprendizajes de calidad a través de una metodología más activa e interactiva entre profesor-estudiante-recursos.

Para ilustrar cómo en esta asignatura se han integrado la formación virtual y presencial, se presenta la metodología docente aplicada:

- Clase magistral estructurada de la siguiente forma:

*Introducción* al tema en la que se comenta la utilidad de estos contenidos y la relación con otros conocimientos previos y posteriores. Para motivar a los alumnos, se plantean ejemplos concretos tanto de su entorno habitual como relacionados con el sector aeronáutico que ilustren la utilidad de estos contenidos.

Se comentan los *objetivos* que se pretenden alcanzar y se describe el proceso de aprendizaje y evaluación. Toda esta información está disponible en la plataforma virtual, por lo que únicamente se incide sobre los aspectos más relevantes. Pero sobre todo, se transmite a los alumnos que los contenidos son interesantes, el trabajo propuesto razonable y además, si se hace hay bastantes garantías de superar la asignatura.

Se explican los conceptos mínimos necesarios para que los alumnos puedan entender los *contenidos* completos disponibles en los recursos de la plataforma. Para que los alumnos trabajen estos contenidos se le proponen distintas actividades que a continuación comentamos.

- *Actividades fuera del aula:* Son tareas estructuradas o semiestructuradas, tanto para el trabajo individual o en grupo, en las cuales el estudiante debe generar nuevos productos:

*Tablas resumen.* Facilitan la comprensión y estructuración de los contenido teóricos. Posteriormente estos cuadros será útiles en la resolución de problemas. Se establecen unas fechas límite para que entreguen estas tablas completas a través de la plataforma. Al día siguiente se cuelga la solución.

*Cuadernillos.* Recopilación de cuestiones de examen en las que se les pide aplicar los conocimientos teóricos a casos prácticos simples. Pueden resolverlos de forma individual o en grupo y se entregan en clase.

*Búsquedas bibliográficas/en Internet/reflexión* sobre su entorno. Se les pide que busquen un caso concreto y real en el que se apliquen los contenidos.

*Cuestionarios de autoevaluación* disponibles en la plataforma Moodle.

- *Actividades* en el aula:

Se recogen los cuadernillos y se distribuyen a otros compañeros. El profesor los resuelve en la pizarra y los alumnos corrigen el trabajo de sus compañeros, debiendo escribirles todo tipo de comentarios relativos a la claridad, rigurosidad del lenguaje, exactitud de resultados, etc. Antes de entregarlos al profesor, se les devuelven para que puedan ver y comentar la corrección.

- *Evaluación.* Se realizan dos pruebas intermedias presenciales de tipo test (PEC) con preguntas correspondientes a los contenidos trabajados en estas actividades.

Estas pruebas de tipo test junto con las actividades prácticas expuestas anteriormente permiten detectar en tiempo real las dificultades reales con las que se van encontrando los estudiantes y, además, ofrecerles feedback acerca de su propio aprendizaje.

También se realiza una prueba final de tres horas de duración común a todos los grupos. En ella el alumno tendrá que contestar una serie de cuestiones teóricas (40% de la nota) y resolver varios problemas (60% de la nota). En esta última parte el alumno podrá utilizar un resumen de la materia elaborado por él mismo (extensión máxima de tres hojas).

En la Figura 3 se indica el porcentaje de la nota final correspondiente estas pruebas evaluables

Asignatura	PEC1	PEC2	PEC3
Mecánica I	10%	10%	80%

**Figura 3. Contribución de las pruebas a la nota final**

Toda esta información se recoge en la Guía de la Asignatura que los estudiantes tienen a su disposición.

Al finalizar cada OA se aplica un Cuestionario que permita recoger información para mejorar dicho material. También, durante el desarrollo de los mismos, se abren foros para que los alumnos expongan sus opiniones y comentarios. Este sistema ha resultado también muy eficaz para detectar erratas en los materiales y cuestionarios de autoevaluación. Igualmente, una vez finalizada la asignatura se ha aplicado un cuestionario de satisfacción para conocer la valoración cualitativa que hacen los estudiantes de la nueva metodología.

## Resultados y evaluación

A continuación se presentan los resultados obtenidos con la nueva metodología (Grupo Piloto-Equipos y Materiales) y con la metodología tradicional (Grupo de Control-Aeronaves). Estos resultados se comparan utilizando para ambos grupos los indicadores de resultado ANECA [9] que se citan en la Figura 4. También se presenta un análisis de la percepción y actitudes que tienen los estudiantes hacia los objetos digitales de aprendizaje y las TICs como herramientas de apoyo a la enseñanza presencial.

Asimismo se muestran los resultados obtenidos por el grupo adicional de Docencia Complementaria en la convocatoria extraordinaria de febrero 2008.

Tasa de Rendimiento (%)	$\frac{\text{Créditos aprobados}}{\text{Créditos matriculados}}$
Tasa de Absentismo (%)	$\frac{\text{Créditos no presentados}}{\text{Créditos matriculados}}$
Tasa de Éxito (%)	$\frac{\text{Créditos aprobados}}{\text{Créditos presentados}}$

**Figura 4. Indicadores de resultado ANECA utilizados**

### Resultados académicos

En la Figura 5 se muestran los resultados académicos globales por grupo del curso 2007-08 correspondientes a la convocatoria extraordinaria de febrero.

Mecánica I 2007-2008	Docencia Complementaria	Sin docencia complementaria
Nº de alumnos presentados	23	45
Nº de alumnos aprobados	21	21
Tasa de éxito	91,3 %	46,7 %

**Figura 5. Resultados académicos por grupo en la convocatoria extraordinaria de febrero 2008 en Mecánica I**

Y en la Figura 6 los correspondientes a la convocatoria ordinaria de junio.

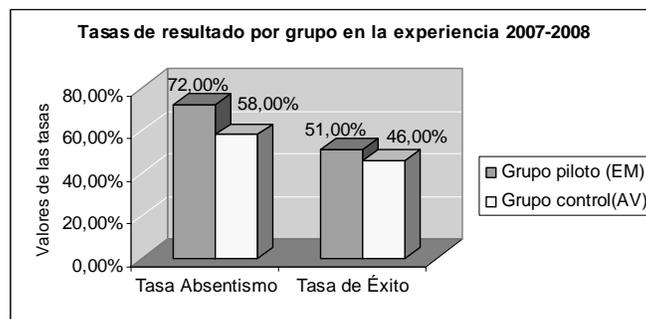
Mecánica I 2007-2008	Aeronaves Grupo de Control	Equip. y Mat. Grupo Piloto
Nº de alumnos matriculados	203	189
Nº máximo de asistencia a clase	122	55
Nº de alumnos presentados	98	39
Nº de alumnos aprobados	53	27

**Figura 6. Resultados académicos por grupo en la convocatoria ordinaria de junio de 2008 de Mecánica I**

Estos resultados se comparan mediante los indicadores de resultado ANECA que se representan en la Figura 7 para los

grupos de Equipos y Materiales y Aeronaves. Es importante señalar que si bien estos indicadores se han calculado con los datos de alumnos matriculados, el número de alumnos que desde el primer momento cursan la asignatura es muy inferior, como indica el número máximo de asistencia a clase que se ha registrado a lo largo del curso.

Otro dato relevante es que la nota de corte del primer grupo (Grupo Piloto) es de 5,0 frente al 7,2 del segundo (Grupo de Control).



**Figura 7. Indicadores de resultado por grupo en la convocatoria ordinaria 2007/08**

De los resultados obtenidos se deduce que:

- La nueva metodología ha tenido un efecto positivo en el aprendizaje de los alumnos ya que ha mejorado su tasa de éxito. Aunque la diferencia no resulta estadísticamente significativa, es importante señalar que el grupo de Aeronaves tiene una nota de corte superior en dos puntos al de Equipos y Materiales. En las dos Experiencias Piloto de Curso Completo realizadas en el EUITA, se ha demostrado que esta variable tiene una gran influencia en el rendimiento académico [10], siendo la tasa de rendimiento en el grupo de Aeronaves (2005/06) superior en más de un 50% al de Equipos y Materiales (2006/07).
- Sin embargo la Tasa de Absentismo sigue siendo demasiado elevada. En este sentido cabe decir que en muchos casos los alumnos deciden abandonar incluso antes de comenzar las clases, como puede comprobarse por el número de alumnos que asisten a clase. Si el abandono se produce antes de conocer la asignatura, la metodología poco puede hacer para evitarlo.
- Los resultados han sido especialmente positivos en el grupo de Docencia Complementaria, con una Tasa de Éxito superior al 90%, superando el valor del 75% obtenido en la convocatoria extraordinaria del año anterior.

### Valoración cualitativa

En cuanto a la valoración cualitativa, en las Figuras 8 y 9 se muestran los resultados más relevantes correspondientes a la valoración global y a su percepción de aprendizaje.

En cuanto a la pregunta abierta a los estudiantes sobre los aspectos más positivos y negativos que han encontrado, destacan como positivos: las explicaciones del profesor (30%), Actividades en Internet (20%), resolución de

problemas en clase (18%). Como aspectos negativos señalan: Mal funcionamiento de la Plataforma/dificultades de conexión (7%) y dificultad de la asignatura (2%).

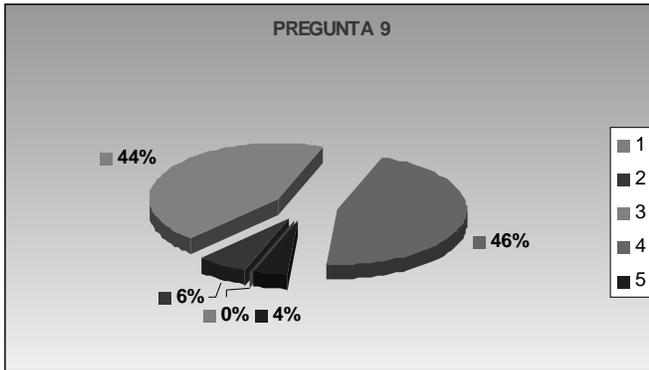


Figura 9. Resultados de la pregunta "Globalmente estoy satisfecho con la asignatura". (1: muy poco; 5 mucho)

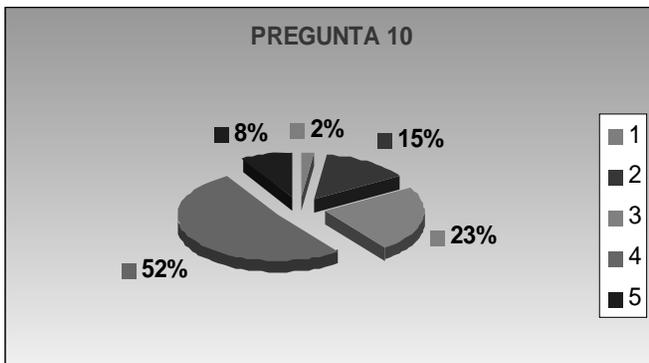


Figura 10. Resultados de la pregunta "Globalmente considero que he aprendido". (1: muy poco; 5 mucho)

De los resultados obtenidos se deduce que:

- Los alumnos valoran positivamente la incorporación de Objetos de Aprendizaje y las TICs como recursos para la docencia. Consideran que la metodología es buena y que además les ha servido para aprender.
- Los alumnos valoran muy positivamente disponer de un entorno virtual como apoyo al estudio, pero no cambiarían la enseñanza virtual por la presencial

## CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se han elaborado distintos materiales educativos que se han utilizado en la asignatura de Mecánica I previamente rediseñadas para su impartición en modalidad semipresencial. Su aplicación práctica y el trabajo directo con los alumnos en el aula real/virtual ha permitido conocer qué recursos y metodologías han conseguido una mayor implicación de los estudiantes y cuales han tenido peor aceptación. Algunas de las conclusiones cualitativas más relevantes son:

- El uso de Objetos de Aprendizaje permite organizar de forma flexible los materiales elaborados de forma que el

alumno puede avanzar a su propio ritmo. Los materiales son abiertos y permiten el uso por parte de otros profesores y su inserción en una plataforma de teleenseñanza.

- Los estudiantes valoran muy positivamente disponer de un entorno virtual como apoyo a la enseñanza presencial.
- La utilización de los Objetos de Aprendizaje ha resultado eficiente para el aprendizaje, ya que ha mejorado la tasa de éxito.

Por otro lado, un curso se muestra insuficiente tanto para concluir de forma satisfactoria la renovación metodológica completa de la asignatura como para poder valorar su eficiencia. Durante el curso 2008/09 se dará continuidad a experiencia durante con el fin de corregir las deficiencias detectadas y poder hacer una valoración más rigurosa de su influencia en los resultados académicos.

## REFERENCIAS

- Jiménez, F., Fernández, C., Pérez, F., Leo, T., Navarro, E., Arraiza, P., Barrera, P., Lozano, C. (2008) *Rediseño de asignaturas para su impartición en formato semipresencial o a distancia*. En Memorias del XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). 23-26 Septiembre, Cádiz, España.
- Barrera, P., Fernández, C., Jiménez, F., Pérez, F., Lozano, C., Arraiza, P., Leo, T., Navarro, E. (2008) *Transición de Docencia Presencial a no Presencial o Semipresencial en un escenario heterogéneo*. En Memorias del V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Recursos Educativos Reutilizables (SPDECE'08). 20-21 Octubre, Salamanca, España.
- Núñez, S., Zaldivar, M. (2007). Curso Diseño y realización de cursos a distancia. Objetos de aprendizaje. ICE de la UPM. Madrid.
- I. Gómez y otros (2006). *Experiencia piloto de curso completo en la EUIT Aeronáutica: resultados de la experiencia*. En Memorias de la I Jornadas Nacionales de Metodología ECTS. 13-15 Septiembre, Badajoz, España.
- C. Fernández, J. Ramiro; A. Alcázar; J. Barbas (2007). *Una nueva forma de enseñar Mecánica contrastada con la metodología tradicional*. En Memorias de las II Jornadas Nacionales de Metodología ECTS. 19-21 Septiembre, Badajoz, España.
- García Aretio, L. (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Ariel Barcelona
- Martínez Navarro, Susana y otros (2007). Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia. En Memorias del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Recursos Educativos Reutilizables (SPDECE2007). Septiembre, Bilbao, España.

- [8] David Wiley (2006). *RIP-ping on Learning Objects* <http://opencontent.org/blog/archives/230> . Visitada el 19 de mayo de 2007.
- [9] Modelo de evaluación Institucional ANECA. ([http://www.aneca.es/modal\\_eval/pei\\_guia\\_externa.html](http://www.aneca.es/modal_eval/pei_guia_externa.html)).
- [10] Barbas, F.J., Masegosa, R. (2007). *Influencia de la nota de acceso en el aprovechamiento de las nuevas*

*metodologías docentes enfocadas al trabajo del alumno.* En Memorias de las I Jornadas Internacionales sobre Innovación educativa y Convergencia Europea (INECE2007). 13-14 Diciembre, Madrid, España.