

XV JENUI. Barcelona, 8-10 de julio de 2009

ISBN: 978-84-692-2758-9

<http://jenui2009.fib.upc.edu/>

## El proceso de enseñanza/aprendizaje de fundamentos de informática para los grados en ingenierías no informáticas del marco EEES: un planteamiento integrado a partir del modelo de libro OCUPAI

Ferran Virgós Bel<sup>(1)</sup>, Joan Segura Casanovas<sup>(2)</sup>, Jesús Marín<sup>(2)</sup>

Departamento <sup>(1)</sup> LSI, <sup>(2)</sup> ESAII

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

EUETIB, Urgell 187, 08036 Barcelona

{Ferran.Virgos | Joan.Segura | Jesus.Marin-Sanchez}@upc.edu

### Resumen

De la enseñanza al aprendizaje y formación para la profesión, dos frases básicas para “reconocer” el espíritu del planteamiento del concepto de EEES.

Muchos son los foros que han actuado de catalizador y han ayudado en la difusión de los conceptos asociados a ese espíritu, fundamentalmente desde el punto de vista de la metodología.

En nuestro trabajo, sin perjuicio de su fácil extrapolación, hemos desarrollado un planteamiento, un modelo y una metodología (incluyendo material didáctico) a aplicar para la enseñanza de fundamentos de informática en ingenierías no informáticas.

Con el nuevo marco EEES sucede que mientras unos se muestran escépticos, otros se complican demasiado la vida. En ingeniería aprendimos que la mejor solución no es la más costosa o sofisticada sino la más barata, fácil de entender y de aplicar que “funciona”.

Para el planteamiento hemos incorporado el concepto “formación para la profesión” (perfiles profesionales y competencias). En el modelo hemos elegido basarnos en el concepto de eje de actividad, descompuesto en subejos de actividad, como base de la planificación del proceso de aprendizaje. Como aplicación, se ha desarrollado un material didáctico, ya utilizado y evaluado parcialmente durante el cuatrimestre de otoño 2008, previendo tener una evaluación más detallada en junio 2009.

### 1. Introducción

En línea con las declaraciones de Sorbona (25 mayo 1998), Bologna (19 de junio 1999), Praga

(19 de mayo 2001), Berlín (19 septiembre 2003), Bergen (19-20 de mayo 2005) y Londres (17-19 de mayo 2007), en las últimas ediciones de Jenui hemos podido ver numerosos trabajos dedicados a la adaptación de la enseñanza de la informática al nuevo marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), que prevé su siguiente reunión en Benelux (Leuven and Louvain-la-Neuve, Bélgica, 28-29 de abril 2009).

No obstante, la mayoría de aportaciones se han proyectado sobre los estudios de grado en informática, existiendo, únicamente, un limitado número de aproximaciones que pudieran marcar alguna dirección en la futura tarea de adaptación al nuevo entorno de la enseñanza de informática para ingenierías no informáticas, aunque existen algunos precedentes (ver, por ejemplo, [9]).

En nuestra época de estudiante, el primer día de clase de una asignatura, el profesor medio nos enunciaba un programa erudito que, en ese momento, nadie entendía y nos proponía una extensa bibliografía.

Esto era así porque se partía del triángulo asignatura-objetivos-programa (ver Figura 1). De hecho, más bien, “asignatura-programa”. En consecuencia, la actividad básica era la clase de “teoría” donde se exponían los contenidos descritos en el “programa”. Lo importante, parecía ser el conocimiento (“saber”). Las actividades complementarias de enseñanza-aprendizaje solían centrarse en clases de “problemas” y “laboratorio” (“saber hacer” y “verificar” [12]), pero se consideraban siempre un complemento para dar soporte al eje director, que era la teoría (verificar que “realmente se sabe”). Por último, el sistema de evaluación trataba de certificar si se había “aprendido” pero sin relación directa con la planificación y evolución del proceso de aprendizaje (no estaba integrado).

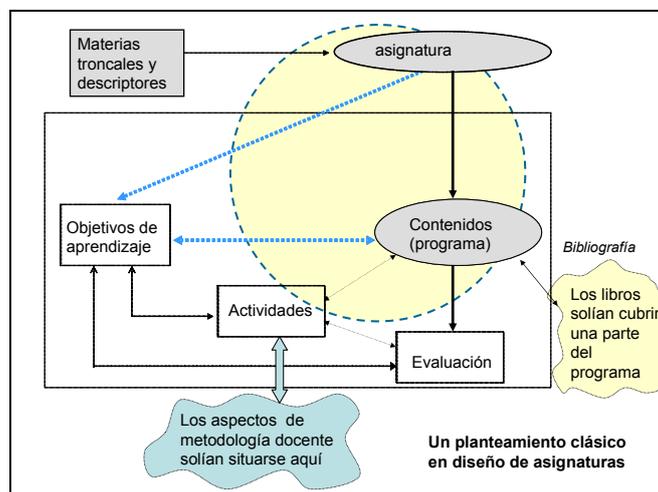


Figura 1. Forma “clásica” de “hacer las cosas bien” en una asignatura

## 2. Algunos errores cometidos

Puede ser un buen principio reconocer que, en forma mayoritaria y reiterada, en esa época se cometieron (yo creo que seguimos cometiendo) notables errores:

- Tendencia al mimetismo en la planificación docente, poca innovación no sólo metodológica sino, incluso, de contenido. En definitiva, tendencia a explicar “lo que me enseñaron” o, simplemente, “lo que sé”, sin preocuparse mucho de “por qué” o “para qué”.
- Más teoría que aplicación. Enseñanza poco orientada a la utilidad directa. Ni demasiada consideración a las especificaciones del nivel siguiente, en última instancia, al ejercicio profesional. Esta consideración se deduce del punto anterior, al no preocuparse mucho de “por qué” o “para qué”.
- Escasa realimentación y/o tardía. Recordamos, como alumnos, el caso de asignaturas anuales con exámenes trimestrales y saber las notas, ¡a veces!, antes de junio. A menudo se dejaba la integración para el día del examen. Además, la evaluación no era justa porque se pedía al alumno algo que el profesor había pensado claramente “después” de exponer el tema en clase.

## 3. Elementos conceptuales genéricos a considerar en un planteamiento de futuro

Todo el mundo está de acuerdo en definir como denominador común del nuevo marco el desplazamiento del paradigma docente “de la enseñanza” al “aprendizaje”. Con esta base, se han dedicado numerosos trabajos a “recoger” elementos potencialmente integrantes del nuevo modelo (ver, por ejemplo [22]). De forma más específica:

- Formulación de objetivos didácticos de asignaturas por niveles (ver [14]).
- Diseño curricular orientado a obtención de competencias (en [6]).
- Modelización del proceso de aprendizaje (Kolb en [12]).
- Taxonomía de Bloom y su influencia en la definición de objetivos didácticos y su proceso de evaluación (en [3]).
- Evaluación formativa de competencias (ver [20]).
- Un sin fin de aspectos metodológicos tales como PBL (*Problem, o Project, Based Learning*), aprendizaje cooperativo (AC), congreso de alumnos (ver [11]), biblioteca

compartida de grupo (ver [22]), “Blended learning” (Piña, en [15]), etc.

- Elementos a considerar en la dedicación ECTS del estudiante.

Junto a otros muchos de orden más “práctico”.

#### 4. ¿Cómo sintetizamos todos esos elementos en una propuesta?

El planteamiento clásico orientado a programa aburriría, hoy día, hasta a las ovejas y la utilidad marginal del esfuerzo (positiva, sin duda) tiene un valor práctico muy bajo. Pensamos que éste, y no otro, es el elemento diferencial del planteamiento del nuevo marco EEES. La metodología es un aspecto más, pero la diferencia esencial está en el enfoque de partida: el objetivo, ahora, es la formación para la profesión, no el saber por saber. Este objetivo no puede explicitarse (únicamente) con un plan de estudios y un conjunto de programas. Por el contrario, se parte de unos perfiles profesionales que tienen asociados unas competencias que no pueden concretarse en términos de “programa” sino en la adquisición de unos conocimientos asociados a unas capacidades, unas habilidades y unas actitudes que te permitan ser, estar, hacer (ver Figura 2).



Figura 2. Marco “convencional” de una asignatura EEES

Así, al comenzar una asignatura podríamos definir nuestros objetivos de aprendizaje (basados en competencias), e incluso contárselos a nuestros alumnos. Algunos compañeros lo hacen así. Y se mejora, sin duda, pero el planteamiento inicial

sigue siendo bastante aburrido y, sobre todo, difícil de entender para el alumno “a priori”.

Además, no nos engañemos, algunos de los objetivos didácticos que alcancemos (en particular capacidades transversales y actitudes) dependerán en gran medida del propio proceso de aprendizaje que, a su vez, dependerá de la estructura, la composición y la dinámica del grupo.

En nuestro caso, respetando al máximo otras visiones, hemos optado por potenciar el concepto de “eje de actividad” como el mejor elemento para representar las capacidades deseadas.

##### 4.1. Diseño curricular orientado a eje de actividad

Pero, ahora, debemos diseñar nuestra planificación docente. ¿Quiere decir esto que hemos de partir de cero? Pues, a pesar de todo, parece claro que NO debemos prescindir de toda nuestra experiencia y material derivados de la historia.

¿Se resuelve todo el problema con la metodología? Pues pensamos que TAMPOCO. En nuestra opinión, no se trata tanto de aplicar de manera sistemática PBL y aprendizaje cooperativo a lo de siempre (que algo ganaríamos, ¡o no!), sino de buscar un nuevo planteamiento global alineado con el nuevo marco y que impida nuestras limitaciones históricas. Uno de los autores, hace muchos años, leyó en un libro de formación ocupacional: *si quiere hacerle entender a un alumno de carpintería lo que va a aprender en un curso, no pierda su tiempo enunciando nada, lleve una silla de madera a clase, póngala encima de la mesa y dígame: “cuando acabe Vd. el curso sabrá hacer una silla como ésta”*. A continuación se pueden enunciar los objetivos de aprendizaje, el programa de la asignatura y dar toda la bibliografía que se quiera, si lo considera oportuno. Ya ha conseguido “contactar” con el alumno y todo se entenderá a la perfección. Para nosotros el eje de actividad es un ejemplo ilustrativo de lo que el alumno deberá ser capaz de saber hacer al final de la asignatura (de hecho, esto sería el eje de actividad global, EAG). El concepto es similar a PBL pero pensamos que lo supera ampliamente porque es mucho más adaptable y ajustado a la materia y nivel de los alumnos (prácticamente imprescindible para asignaturas básicas de primeros cursos).

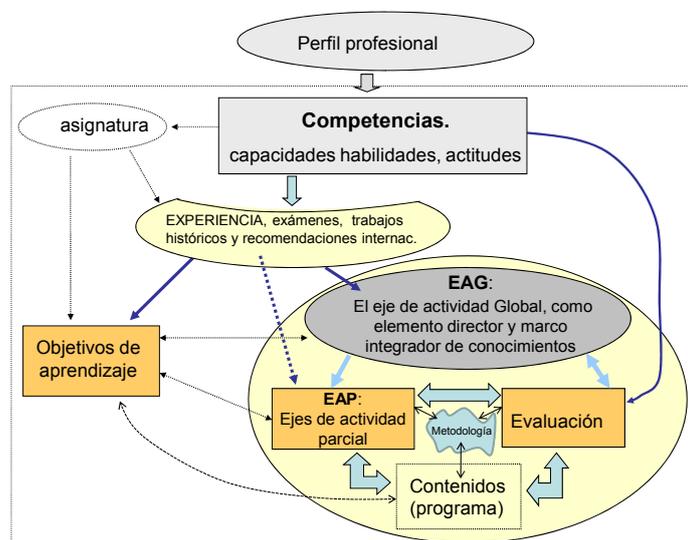


Figura 3. Un modelo de diseño de asignatura

Pero para alcanzar el “eje de actividad global” (la meta final) deberemos seguir una serie de etapas. Por eso, proponemos una lista de sub-ejes de actividad (los ejes de actividad parcial o EAP) que definen unas metas parciales en las etapas del recorrido.

Una ventaja adicional es que normalmente habrán algunos objetivos didácticos y/o conocimientos y/o capacidades y/o habilidades no alineados directamente con el eje de actividad global, pero pueden constituirse en EAPs complementarios.

Finalmente, se intuye que, a su vez, cada una de esas etapas, con sus objetivos parciales (EAPs), puede organizarse en torno a otras actividades propuestas que nos vayan permitiendo guiar y certificar el progreso. Además, esas actividades serán un marco excelente para explotar las posibilidades metodológicas, así como trabajar las capacidades transversales y las actitudes.

Un punto aparentemente conflictivo del modelo se centraría en la identificación de los objetivos de aprendizaje y, sobre todo, su globalización en el EAG y los EAPs.

El problema no es simple, podríamos decir que ¡es la pregunta del millón! Pero tenemos algunas propuestas imaginativas para ayudarnos. En [23], se propone una metodología, basada en

[14], para realizar este “check-list” vía la identificación de subcapacidades necesarias, en un proceso “*bottom-up*” a partir de los exámenes y trabajos históricos. Esta información será de vital importancia para completar el modelo que se representa en la figuras 3.

#### 4.2. Un paso adelante : nuestros EAPs y el EAG

Cada uno deberá hacer su propio proceso. En nuestro caso, la aplicación del método a la asignatura de Fundamentos de Informática para ingenierías no informáticas nos llevó a identificar una lista de objetivos que conservamos para verificación posterior. A partir de ella, por agrupación “*bottom-up*” identificamos los siguientes EAPs:

- EAP-1 (CG, Cultura General). Estudio sobre evolución de aspectos tecnológicos (hard/soft) e integración en un gráfico resumen. Usar un elemento “base” de enfoque elegido por el alumno (por ejemplo la memoria, el CPU o la consola).
- EAP-2 (RI, Representación de información). Codificación como entero y punto flotante de una magnitud (basada, por ejemplo, en fecha de nacimiento del alumno). Profundizar un

tema específico elegido por el estudiante (por ejemplo, formato digital audio).

- EAP-3 (IS, Ingeniería del Software). Describir la especificación de las funcionalidades de una aplicación (por ejemplo, secretaria de un club deportivo) y transformarla en módulos tecnológicos.
- EAP-4 (DE, Diseño Estructurado de algoritmos). Describir en pseudocódigo la secuencia de operaciones para realizar una tarea (por ejemplo, “colgar un cuadro”), a partir de la especificación. Énfasis en diseño descendente con especificación externa y reutilización de módulos (concluir con discusión diseño descendente vs. modular).
- EAP-5 (DPA, Diseño y Programación de Algoritmos). Programa(s) sobre ordenador para resolver una aplicación simple que exija uso de las composiciones algorítmicas básicas (1 a 2 hojas de código final). Énfasis en expresiones booleanas y funciones de usuario.
- EAP-6 (DM, Diseño Modular con variables elementales. Una función de ingeniería simple de tipo periódico, diseñada a partir de otra función base no periódica. En segundo lugar una acción más compleja como determinar el número de días transcurridos entre dos fechas. Énfasis en la parametrización y documentación.
- EAP-7 (MD, Modelos de Datos mediante estructuras). Por ejemplo, modelo y programa para almacenar información de diferentes sólidos, cada uno representado mediante puntos y masa en un plano 2D.
- EAP-8 (ESE, Estructura Secuencia Externa). Similar al anterior pero con estructuras externas persistentes.

El eje de actividad global (EAG) es un elemento esencial en el diseño de la estructura del curso. De hecho, es el elemento “director”. En nuestro caso se diseñó “a priori” como objetivo didáctico global (nuestra “silla” que debe presentarse a los alumnos el primer día) y cubre gran parte del ciclo de vida de un proyecto informático (sin considerar planificación estratégica que no es aplicable para el perfil considerado, en este nivel), y consiste en el estudio, especificación, diseño, programación, puesta a punto e implantación de una aplicación de complejidad baja-media.

En una visión “dual”, el EAG podría haberse visto (de hecho, puede verse) como “integrador” de los EAPs.

Debe notarse, además, que el modelo considera la evaluación como parte del mismo, ya que se orienta a la evaluación de los ejes y el proceso (etapa) para alcanzar esa meta.

#### 4.3. Estructura del curso y modelo de libro (OCUPAI)

En la Figura 4 se muestra una representación de la estructura del modelo de conocimiento (y libro) propuesto. En él se observa que una materia (podríamos decir una asignatura y/o un libro) está asociada a un EAG, que recoge la esencia de capacidades a adquirir. Los EAPs sirven para incorporar otros conocimientos, capacidades y/o habilidades pero, sobre todo, para marcar el itinerario que conduce al EAG. Cada EAP se asocia a una unidad didáctica, y se desglosa en conceptos “atómicos” (“saber”) necesarios para alcanzar el “saber hacer”.

Son estos conceptos atómicos los que se estructuran a partir de una iteración de unidades visuales con sus comentarios, y en actividades propuestas para validar y evaluar el progreso.

Así pues, el proceso de aprendizaje al que el libro debe dar soporte se organiza de forma estructurada en la forma meta final (EAG), metas de etapa (EAP), e hitos de cada etapa. Para los hitos de cada etapa, contemplamos dos. Atendiendo únicamente a su duración, puede clasificarse a las actividades parciales como “AP x.x (c)” cuando se trata de actividades cortas (puede realizarse en 5 a 10 minutos), o bien “AP x.x (m)” cuando se trata de actividades de duración media (más de 15 minutos y menos de 2 horas). Ver [25] para ejemplos.

La denominación OCUPAI se deriva del acrónimo “Orientado a Competencias, de Uso Polimórfico, e incluyendo Actividades en un Itinerario docente”.

Los objetivos específicos para el libro serían:

- Utilidad directa para alcanzar los objetivos de una asignatura de fundamentos de informática según el planteamiento expuesto.
- Herramienta global de aprendizaje, incluyendo la “clase” presencial, el estudio personal y trabajo del alumno individual o en grupo, ya sea sobre el papel o con el ordenador.

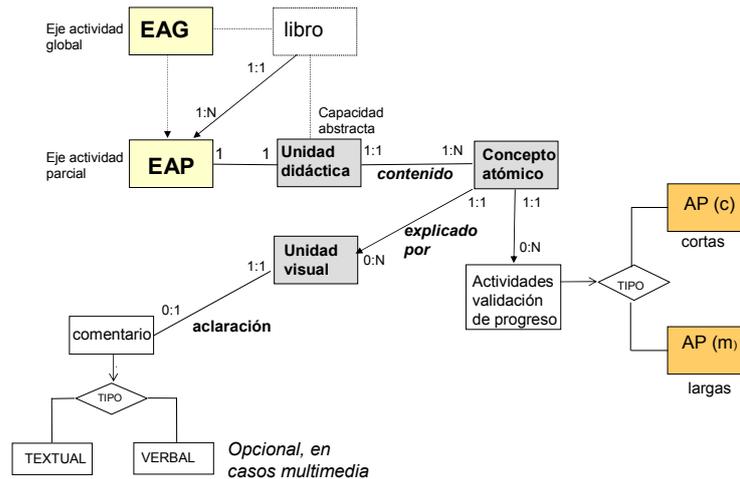


Figura 4. Propuesta de modelo conceptual de curso y estructura de libro asociado (OCUPAI)

- Adaptado al planteamiento del EEES. El programa ya no es un elemento director sino una forma de canalizar o alcanzar los objetivos a través de los ejes de actividad (global y parcial) y otras actividades complementarias (en clase o no presenciales). Por eso, el programa está al servicio del eje de actividad.

Hablamos, pues, de un libro para el alumno, pero también para el profesor, facilitando transparencias de clase y actividades para guiar y validar el proceso de aprendizaje así como dar soporte a la evaluación del mismo a través de las actividades, itinerario de aprendizaje y dossier del alumno

#### 4.4. Itinerario de aprendizaje y dossier del alumno

El proceso de aprendizaje tiene un objetivo o meta global (EAG), pero incluye la necesidad de recorrer unas etapas previas que se culminan al alcanzar una meta parcial (EAP). El modelo no estaría completo sin la incorporación en el mismo de un mecanismo de explicitación del itinerario de aprendizaje, que recoja todas las actividades a

desarrollar. Este elemento ya se observa en la Figura 4, pero el detalle de la planificación docente exige la existencia de una tabla como la recogida en la figura 5. En ella se incluyen las diferentes actividades de cada etapa:

- Actividad susceptible de realizar en el aula, normalmente se tratará de AP (c).
- Actividad entregable, realizada en forma no presencial (aunque pueda, lógicamente, iniciarse en clase). Normalmente se tratará de AP (m).
- EAP, eje de actividad parcial, enunciado del objetivo parcial de un capítulo (más de 4 horas y menos de 10 horas).
- Actividad susceptible de trabajo en grupo (atributo).
- Actividad asociada a laboratorio o uso de ordenador.
- EAG, eje de actividad global (más de 10 horas y, normalmente, menos de 40).

El alumno deberá completar un dossier con todas las actividades, para la evaluación.

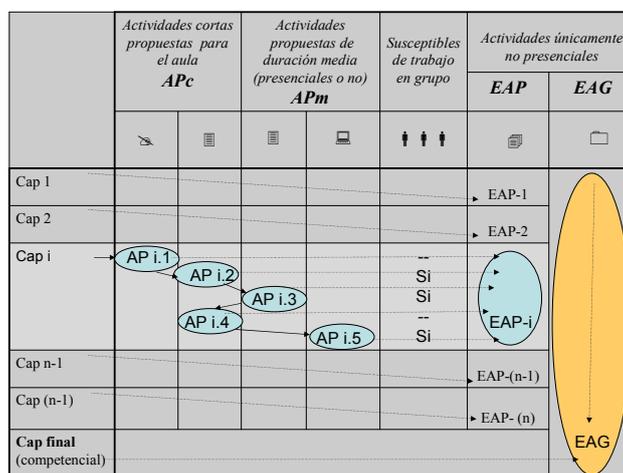


Figura 5: Itinerario de aprendizaje

### 5. Conclusiones

La adaptación al EEES y el marco de Bolonia no sólo deben implicar un cambio de planteamiento en el proceso enseñanza/aprendizaje que conduzca a “CÓMO” hacemos las cosas, sino que debe alcanzar la esencia del mismo (“LO QUE” debe aprenderse). Hemos identificado el enfoque a competencias profesionales como base del cambio y dado un soporte de transición a la planificación docente, basada en el eje de actividad global (EAG) y eje de actividad parcial (EAP), que asociamos en el modelo a una unidad didáctica, descompuesta en conceptos atómicos.

Pero, en nuestro trabajo, hemos identificado, también, el libro didáctico como un elemento esencial de cualquier paradigma de aprendizaje que no puede olvidarse en el nuevo escenario. En consecuencia, hemos realizado una propuesta innovadora de modelo de libro que hemos denominado OCUPAI (Orientado a Competencias, Uso Polimórfico y estructurado alrededor del eje de Actividad e Itinerario de Aprendizaje). El modelo se basa en crear unas unidades visuales (transparencias) para la explicación de cada concepto e incorporarlas a la estructura de libro completadas con comentarios textuales (que podrían ser verbales en otra vista alternativa multimedia). La

propuesta se completa con la incorporación de actividades estructuradas en un itinerario de aprendizaje que se presenta.

El modelo ha sido validado (en su viabilidad) aplicándolo a la escritura de un libro de Fundamentos de Informática ya publicado. En el cuatrimestre de otoño 2008 hemos podido aplicar el método y la herramienta (material didáctico) con permiso de la editorial que cedió el uso de las unidades visuales para ser publicadas gratuitamente en la web docente. De todos modos, el limitado número de ejemplares en biblioteca impidió una aplicación exhaustiva de método-herramienta.

En estas condiciones limitadas, pudimos comprobar que la propuesta no había influido de manera significativa en el porcentaje de aprobados pero SI en la disminución del porcentaje de alumnos [NP + nota < 3,5], que se redujo del promedio de los tres últimos cuatrimestres (16%, con desviación del 4%), pasando a situarse por debajo del 6% en nuestra experiencia. Esto demuestra la utilidad para ayudar al alumno a no descolgarse del proceso de aprendizaje. Pensamos que es un buen comienzo. En las fechas de celebración de Jenui 2009 dispondremos de nuevos datos correspondientes a la experiencia completa en el cuatrimestre de primavera.

## Referencias

- [1] ANECA. CD con los capítulos del libro blanco del grado de diferentes ingenierías. También puede consultarse en [http://www.aneca.es/activin/activin\\_conver\\_LLBB\\_indus.asp](http://www.aneca.es/activin/activin_conver_LLBB_indus.asp)
- [2] Bellas, Francisco y Alonso, Amparo. *Metodología de trabajo y experiencias de aprendizaje colaborativo y evaluación continua en la disciplina de sistemas multiagente*. JENUI 2007. Ed. Thomson.
- [3] Bloom, B.S. et al. *Taxonomy of educational objectives*. Vol 1: The cognitive domain. New York. Mc Kay. 1956.
- [4] Bologna Secretariat Website. *From London to Benelux and beyond* <http://www.dfes.gov.uk/bologna/>
- [5] Bologna Process. Benelux 2009: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/about>
- [6] Buendía, Felix et al. *Un modelo de diseño curricular de Informática orientado a la obtención de competencias*. JENUI 2004. Ed. Thomson. Julio 2004. Pag. 89 a 94.
- [7] Candiotti, A. y Clarke, N. *Combining universal access with faculty development and academic facilities*. Communications of the ACM. January 1998. Vol 41. N. 1.
- [8] Chellappa, R. et al. *An electronic infrastructure for a virtual university*. Communications of the ACM. Sept 1997.
- [9] Fontela, Oscar y Hernández, Elena. *Adaptación de la asignatura Fundamentos de Informática de la Ingeniería Técnica Industrial al espacio Europeo de Educación superior*. Jenui 2005 (pag 463 a 470).
- [10] García, M.J., et al. *Una asignatura "a la Boloñesa"*. Libro de actas Jenui 2005. Thomson, 2005 (pag 479 a 485).
- [11] Ibáñez, J. et al., *El Congreso de alumnos como Recurso didáctico*. JENUI'2001. Palma de Mallorca, julio 2001. Pag 126 a 131.
- [12] Kolb, David A. *Individual learning styles & the learning process*. Sloan School of management. WP535-71. 1971.
- [13] Llamas, M. et al. *Cómo convertir el web en un entorno educativo*. Novática, may/jun 1997 No. 127.
- [14] Navarro, Juan et al. *Formulación de los objetivos de una asignatura en tres niveles jerárquicos*. Actas VI Jornadas de la enseñanza universitaria de la informática JENUI'2000. Alcalá de Henares, Septiembre 2000. Pag 457 a 462.
- [15] Piña, Bartolomé. *Blended learning. Conceptos básicos*. 2004. [www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n23/n23art/art2301.htm](http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n23/n23art/art2301.htm).
- [16] Rayport, J.F. y Sviokla, J.. *Exploiting the virtual value chain*. Harvard Deusto Business Review. Nov-dec 1995.
- [17] Rockart, J.F. *Computers & the Learning process*. Sloan School. CISR WP 15. 1975.
- [18] Valero, Miguel y Navarro, J.J. *Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías*. Libro de actas VII Jornadas de la enseñanza universitaria de la informática JENUI'2001. Palma de Mallorca, julio 2001. Pag 149 a 154.
- [19] Virgós, Ferran et al. *Reingeniería docente basada en modelos de conocimiento orientados a concepto*. JENUI 2000, pag 477 a 483. Univ. Alcalá de Henares.
- [20] Virgós, Ferran. *La función TSI en las organizaciones: una evaluación formativa para la detección de "gaps" críticos*. Actas de JENUI 2004. Alicante, julio 2004. Pag. 79 a 87.
- [21] Virgós, Ferran. *Algunas técnicas didácticas a considerar para el proceso enseñanza-aprendizaje en el marco de Bolonia*. Actas CUIEET. Julio 2004.
- [22] Virgós, Ferran. *Elementos a considerar en el diseño curricular del nuevo grado en informática*. Actas de JENUI 2005 Thomson, pag. 155 a 162.
- [23] Virgós, Ferran. *El concepto de eje de actividad, una buena ayuda metodológica para el diseño curricular en el marco EEES*. Libro de actas JENUI 2006. Ed. Thomson.
- [24] Virgós, Ferran y Piqué, Robert. *Planificando el proceso enseñanza aprendizaje en el marco EEES*. CUIEET. Gijón, 2006.
- [25] Virgós, Ferran y Segura, Joan. *Fundamentos de informática, en el marco del espacio europeo de enseñanza superior*. Libro. McGraw-Hill, 2008.