

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

ISBN: 978-84-692-2758-9

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

Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Gráficos por Computador en Ingeniería Informática. Balance de cuatro años de experiencia

E. Martí¹, D. Gil¹, M. Vivet¹, C. Julià²

¹Dpto. Ciencias de la Computación
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad Autónoma de Barcelona
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès)

enric.marti@uab.es, deborac@cvc.uab.es, marc.vivet@uab.es

²Dpto. Ing. Informática y Matemáticas
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad Rovira y Virgili
43007 Tarragona
carme.julia@urv.cat

Resumen

En esta comunicación se presenta una experiencia de aplicación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en Gráficos por Computador, asignatura optativa de Ingeniería Informática, impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Barcelona, realizada los últimos cuatro años (cursos 2004-05 al 2007-08)

Se expone la organización y recursos docentes de la asignatura previos al ABP. Los resultados y conclusiones de 15 años de con una organización clásica (teoría, problemas prácticos) nos motivaron a buscar metodologías más activas para el alumno, decidiéndonos por ABP, ofreciéndolo como un itinerario para cursar la asignatura.

Por tanto, en la asignatura se ofrecen dos itinerarios: el de ABP y el de TPPE (Teoría, Problemas Prácticos y Examen), este último basado en la organización clásica de clase magistral, problemas y prácticas, sin aumentar en exceso los recursos docentes de la asignatura.

Se muestra la organización de la propuesta ABP en la asignatura y ejemplos de proyectos.

Finalmente se cuantifica la carga docente del alumno en ambos itinerarios y del profesorado, así como el número de matriculados por itinerario y el resultado de encuestas a los alumnos.

Con 4 años de experiencia podemos obtener las primeras conclusiones, la mayoría positivas y analizar mejoras para próximos cursos.

1. Introducción

La búsqueda de nuevas metodologías docentes en el ámbito de la educación superior es un tema de amplio debate en la universidad. Los cambios experimentados en la sociedad de la información

han influido en el alumnado que accede a las universidades, de forma que creemos que el perfil de los alumnos no es ni mejor ni peor que hace unos años. Es diferente. Actualmente la información es mucho más accesible y existen muchas y variadas vías para poder obtenerla y contrastarla. Por otro lado, la sociedad demanda profesionales con conocimientos pero también con competencias y habilidades específicas y transversales. Todo esto motiva un debate abierto en el profesorado de las universidades en la búsqueda de nuevas metodologías para transmitir y motivar el aprendizaje a nuestros alumnos, con el objetivo de formar profesionales adaptados a esta nueva sociedad. Todo ello toma relevancia con el mandato que tienen las universidades de adaptar los planes de estudio al futuro Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Una de las metodologías activas es la de Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas (ABP), en inglés *Project/Problem Based Learning (PBL)*.

ABP es una estrategia de aprendizaje cooperativo que se centra en la figura del estudiante como individuo y como miembro de un grupo y entiende el aprendizaje como un proceso de comunicación. En ABP el problema o proyecto dirige todo el proceso [1,12]. Es el vehículo que permite adquirir las habilidades necesarias para el aprendizaje. Los estudiantes son responsables de su propio progreso y los profesores asumen la función de provisión de materiales cuando se les solicita y de asesores para facilitar su trabajo.

Ambos tipos de metodología ABP (problemas y proyectos) son muy similares con respecto a las estrategias de aprendizaje que persiguen y la forma de tutorizar los alumnos, pero presentan pequeñas diferencias en el planteamiento y desarrollo del enunciado [9]. La

principal diferencia para nosotros es el hecho de que un problema es más corto en su elaboración y tiene unos objetivos de aprendizaje muy concretos, correspondiente más a la figura de caso médico o jurídico (diagnóstico, o discusión de un caso). Un proyecto se plantea en un contexto más amplio, de elaboración más larga y el resultado se estructura en módulos y pretende dar solución a una situación. El proyecto admite más variedad de soluciones e innovación en el alumno. En un proyecto hace falta presentar una memoria estructurada relatando su evolución.

Existen diferentes razones que justifican la adopción de la metodología ABP [4,5]:

- *Razones prácticas:* En ABP se potencia el trabajo en equipo, fomentando la iniciativa del alumno y la búsqueda de información, ya que ABP fomenta el aprendizaje de conocimientos mediante su comprensión.
- *Razones pedagógicas:* Se produce un aumento de la motivación de los alumnos por la investigación, lo que potencia que el alumno utilice todos los recursos que tenga a su alcance.
- *Aprendizaje centrado en el estudiante:* El estudiante no es un recipiente de conocimiento, sino un agente activo en su aprendizaje y en la resolución del problema. Ha de aprender a manipular información no estructurada. También se da oportunidad a ideas innovadoras.
- *Valor conceptual:* ABP facilita la interdisciplinariedad, pues la realidad lo es.
- *Evaluación formativa y no punitiva:* Se pretende en la evaluación que el alumno aprenda de los errores.

ABP es una metodología muy apta en los estudios de ingeniería [9]. En ABP aplicado a ingeniería informática y en gráficos por computador no hemos encontrado muchas referencias. Sólo destacar [10] en que se utiliza tecnología de videojuegos para aplicar ABP.

1.1. Objetivos

En este artículo se presenta una experiencia de aplicación de ABP en una asignatura de especialidad en Gráficos por Computador. Esta experiencia abarca cuatro años académicos (del 2004-05 al 2007-08) con 150 alumnos los dos primeros años y 75 en los dos últimos. La

metodología ABP se enmarca dentro de una propuesta de dos itinerarios para cursar la asignatura, a escoger por parte de los alumnos. A lo largo de los cuatro años hemos intentado mejorar la implantación de ABP en la asignatura y hemos obtenido resultados, tanto a nivel de los trabajos como de las encuestas realizadas a los alumnos, que nos permiten tener una mayor perspectiva de la aplicación de ABP.

El artículo se ha estructurado en 5 partes. En la sección 2 se explica el entorno académico de la asignatura (antes de aplicar ABP: su organización (teoría, problemas y prácticas), recursos de profesorado que se dispone, y las ideas que motivaron la adopción de ABP. En la sección 3, se expone la organización de doble itinerario y un ejemplo de proyecto con los objetivos de aprendizaje. La sección 4 evalúa el esfuerzo tanto del alumno como del profesor así como la opinión del alumnado que ha cursado los dos itinerarios. Finalmente exponemos las conclusiones y algunos temas de discusión.

2. Entorno académico

Gráficos por Computador 2 es una asignatura optativa de Ingeniería Informática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Para el alumno, es una asignatura de 3 créditos de teoría, 1'5 de problemas y 1'5 de prácticas, en total 60 (30+15+10) horas con profesor.

Durante los cursos 2004-05 y 2005-06 se impartía en tercero de carrera con 150 alumnos, siendo la optativa con más alumnos. Los cursos 2006-07 y 2007-08 la asignatura pasa a cuarto, con lo que se reduce a 75 alumnos, reduciendo también los recursos de profesorado, lo que obligó a reorganizar la asignatura.

Para cursarla, los alumnos han de haber superado Gráficos por Computador 1 donde aprenden los conceptos básicos del área. En nuestra asignatura se profundiza en temas de modelado 3D (modelos espaciales y fractales), realismo (iluminación, texturas, sombras, color) y animación por computador [3].

2.1. Organización académica antes de ABP

La asignatura se organiza en clases teóricas que se imparten como clases magistrales de dos horas por semana. La parte de problemas se imparte una hora a la semana donde se explica y

trabaja con la librería gráfica OpenGL (*Open Graphics Library*) [11], para ordenadores personales, muy utilizada en visualización científica y videojuegos. Se proponen ejercicios de construcción de objetos a partir de primitivas gráficas, ejercicios de iluminación, texturas, etc. También se proponen ejercicios de modelado de movimiento de objetos rígidos y articulados, dentro de la parte de animación por computador.

La parte de prácticas se estructura en 4 sesiones de laboratorio de 2'5 horas cada una. Se proporciona un entorno a programación gráfica (*figura 1*) con unas mínimas funcionalidades (objetos, vistas, transformaciones, iluminación) a partir del cual los alumnos incluyen sus trabajos de prácticas de forma progresiva como nuevas opciones de la aplicación, que al final entregan. Con este entorno básico que se les proporciona se fomenta que los ejercicios de problemas planteados en clase puedan ser probados en el entorno gráfico, con el fin de que los propios alumnos puedan validar los ejercicios realizados en las clases de problemas.

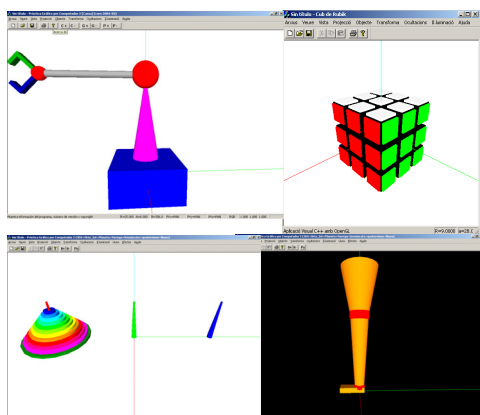


Figura 1. Entorno gráfico con distintos trabajos prácticos propuestos.

Durante los últimos años se han propuesto una variedad de trabajos prácticos, en algunos casos propuestos por los propios alumnos: modelización de un barco o un avión con primitivas gráficas y representación de una trayectoria de movimiento, el juego de las torres de Hanoi, modelización del movimiento de un brazo de robot o de una pierna definiendo posiciones clave (*keyframes*) y generando el

movimiento entre posiciones (*inbetweening*), modelización del cubo de Rubik y sus movimientos, entre otros trabajos. En la figura 1 se muestran imágenes de estas prácticas.

En la página web de la asignatura [6] y en la plataforma Caronte [2] se proporciona toda la documentación importante de la asignatura: transparencias de las clases de teoría, documentación sobre la librería gráfica OpenGL, enunciados de las prácticas así como el entorno gráfico, demos de cada práctica y exámenes corregidos de años anteriores.

Los recursos de profesorado de que se dispone son: dos grupos de teoría y problemas (mañana y tarde) con un total de 6 créditos de teoría (3 por la mañana y 3 de tarde) y 3 de problemas (1'5 por la mañana y 1'5 de tarde) que los imparte un profesor titular (en total 9 créditos) y 6 grupos de prácticas de 1'5 créditos cada uno que imparte un profesor ayudante (9 créditos más). En total son 18 créditos (180 horas).

De la experiencia al impartir la asignatura durante 15 años y de las encuestas realizadas a los alumnos de forma manual y electrónica mediante la plataforma Caronte [2,8], hemos extraído las siguientes conclusiones:

- *La asistencia a clases de teoría disminuye a lo largo del semestre.* El hecho de publicar las transparencias de teoría, bibliografía básica y relacionada hace decrecer la asistencia.
- *La asistencia a clase de problemas no decrece tanto como en la de teoría.* El planteamiento, realización y resolución de problemas en clase se valora positivamente y ayuda al trabajo de prácticas.
- Cada curso académico, veíamos que aproximadamente un 25% de los grupos de prácticas mostraban interés por la asignatura y realizaban más trabajo (ampliaciones, nuevos objetos, etc.) del que se les pedía.
- Se percibe la existencia de diferentes perfiles de alumno: los que quieren estrictamente *aprobar*, pues no les interesa demasiado o bien trabajan y no pueden dedicarle tiempo. Y por otra parte los quieren *aprender* y muestran un alto interés en la asignatura.

Se trata de una asignatura optativa de las que tienen más alumnos (unos 150 hasta el curso 2005-06 y 75 desde el curso 2006-07) de toda la

titulación. Al poderse cursar en tercero, cuarto o quinto curso de carrera, los conocimientos y madurez del alumnado es diferente.

3. Organización con doble itinerario

Como consecuencia de las conclusiones expresadas anteriormente, nos planteamos cómo potenciar el interés de los alumnos que quieran aprender, sin perjudicar a los que quieran aprobar. El conocimiento de nuevas metodologías docentes (como ABP) en un curso [5] del IDES (Innovación Docente en Educación Superior) de la UAB nos dio la idea de adaptarlo a la asignatura. El reto era aplicar ABP con 150 alumnos con los recursos de profesorado dados, y sin que esto supusiera más horas presenciales a los profesores.

Por todo ello, decidimos organizar la asignatura ofreciendo dos itinerarios para cursarla: el ofrecido hasta el momento, que hemos denominado TPPE (Teoría, Problemas, Prácticas y Examen) y el de ABP. Los alumnos han de escoger uno de ellos. La solución para poder ofrecerlos sin aumentar el coste de profesorado consiste en sacrificar las clases magistrales de teoría (2 horas por semana) para dedicarlas al itinerario ABP, con el que desaparecían las clases presenciales de teoría por el itinerario TPPE, quedando sólo las sesiones de problemas y de prácticas, como se muestra en la *tabla 1*.

	Carga docente	TPPE	ABP
Teoría	2h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)		2h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)
Problem.	1h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)	1h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)	1h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)
Práct.	10h x 6 grupos	10h x 6 grupos	

Tabla 1. Carga docente presencial para 150 alumnos (cursos 2004-05 y 2005-06).

El curso 2006-07 la asignatura pasó de tercero a cuarto, con lo que se eliminó un grupo de teoría y 3 grupos de prácticas. Al mantener dos grupos de problemas semanales,

aprovechamos una de estas horas para impartir clase de teoría, tal y como se muestra en la *tabla 2*. Al reducir los alumnos (de 150 a 75 matriculados), también reducíamos nuestra capacidad de ofrecer ABP.

3.1. Itinerario TPPE

Estos alumnos no asisten a las sesiones de 2 horas por semana. Se aconseja a los alumnos que utilicen estas horas en el estudio de teoría. Al final de cada sesión de 2 horas hay un horario de tutorías con profesor para resolver dudas. Se proporciona a los alumnos un calendario de estudio para planificar el trabajo de los temas durante todo el semestre. También se les recomienda la asistencia a clases de problemas y prácticas, con el mismo formato y contenidos que tenía la asignatura antes de aplicar ABP.

Estos alumnos se evalúan mediante un examen al final de semestre que vale un 60% de la asignatura y la entrega de los trabajos de prácticas que valen un 40% de la nota final.

	Carga docente	TPPE	ABP
Teoría	2h./semana x 1 grupo (mañana)	1h./semana x 1 grupo (mañana)	2h./semana x 1 grupo (mañana)
Problem.	1h./semana x 2 grupos (mañana y tarde)	1h./semana x 1 grupo (mañana)	1h./semana x 2 grupos (mañana i tarde)
Práct.	10h x 3 grupos	10h x 3 grupos	

Tabla 2. Carga docente presencial para 75 alumnos (cursos 2006-07 y 2007-08).

A partir del curso 2006-07 los alumnos de este itinerario tienen una hora de clase magistral de teoría y otra de problemas a la semana.

3.2. Itinerario ABP

Los alumnos que quieren cursar este itinerario deben formar grupos de 4 a 6 personas. Cada grupo escoge un horario de asistencia a clase dentro de las sesiones de 2 horas semanales. Se definen 4 horarios: M1, M2, T1 y T2. El horario M1, corresponde a la sesión de mañana para semanas impares. El M2 a las semanas pares. Cada grupo es tutelado con profesor una vez cada 15 días. Si en cada horario aceptamos un

máximo de 5 grupos, esto nos proporciona una capacidad máxima de 20 grupos (5 grupos x 4 horarios) y 120 alumnos (20 grupos x 6 alumnos) como máximo. Estos alumnos deben asistir a clases de problemas y de prácticas. Estos alumnos no deben hacer ningún examen ni prácticas. Se les evaluará por el proyecto.

En el curso 2006-07 se elimina el grupo de teoría de tarde, por el que sólo se ofrecen los horarios de mañana de ABP.

La primera sesión del grupo se dedica a escoger uno de los 3 proyectos que se les propone. Cada uno de estos proyectos consta de 10 a 15 líneas de enunciado. La propuesta es genérica, en absoluto detallada. Cada proyecto conlleva unos objetivos de aprendizaje que el profesor pretende que los alumnos descubran y aprendan para resolver el proyecto. Además, en esta sesión se deben plantear objetivos y tareas a realizar y repartirse las tareas entre ellos.

De cada reunión de grupo se realiza un acta donde se recogen las ideas y resoluciones que acuerdan los miembros. Cada acta es entregada al profesor de forma electrónica mediante Caronte [2] al final de la sesión tutelada.

Durante el curso los alumnos han de entregar dos *controles*, uno en la segunda sesión tutorizada y el otro en la quinta. Estos controles consisten en un planteamiento claro de los objetivos y trabajo a hacer en el proyecto, quién se encarga de cada parte y una previsión de tiempo de realización. En el primer control se aconseja que el grupo sea ambicioso en sus objetivos, y en el segundo, a pocos días de la defensa pública, que sea más realista. Ambos controles se entregan en formato electrónico.

Tras la entrega de cada control se realiza una *encuesta de autoevaluación* entre los miembros del grupo. Esta encuesta consiste en que cada miembro del grupo conteste una conjunto de preguntas valorando las aptitudes y la participación de cada uno de sus compañeros de grupo y de él mismo. Estas autoevaluaciones también se realizan de forma electrónica.

En la última sesión del curso los grupos de los dos horarios (los dos por la mañana y los dos de tarde) se juntan para la defensa pública del proyecto. Además entregan como documentación la siguiente:

- *Portfolio*. Memoria que recoge los objetivos, trabajo realizado, información consultada y un

manual de la aplicación desarrollada. Existe un patrón de documento con indicaciones.

- *Presentación*. Documento de transparencias (máximo 12) para la presentación. Existe un patrón con indicaciones.
- *Aplicación informática* que da respuesta al proyecto. Se entregan todos los ficheros fuente y se proporciona una demo.

Toda esta documentación se entrega en formato electrónico y el portafolio, además, en papel. Se realiza una presentación de unos 15 minutos para cada proyecto. Se ha definido un formulario de evaluación para el profesor donde se cuantifica la complejidad del proyecto planteada, la capacidad de trabajo, calidad de la documentación, de la presentación y de la aplicación. Tras la defensa del proyecto se realiza una última encuesta de autoevaluación entre los miembros del grupo.

3.2.1. Ejemplos de proyectos ABP

Hemos propuesto unos 12 proyectos, uno mostrado en esta sección y otros en [7].

En cada ejemplo se incluye el enunciado del proyecto (dado a los alumnos) y los objetivos docentes que el profesor pretende cubrir con el proyecto (información que no se da a los alumnos para no condicionar su trabajo). El profesor, en las reuniones de tutorización quincenales supervisará los objetivos propuestos por los alumnos, y únicamente los reconducirá en el caso de que los alumnos se desvíen en exceso de los objetivos docentes del proyecto.

Los objetivos propuestos pretenden cubrir de un 70% a un 80% del temario de la asignatura. Se han redactado proyectos sobre juegos, movimiento de robots, juego de ajedrez, atracciones de feria, sistema solar, circuitos de carreras, etc. A continuación mostramos un ejemplo de proyecto: simulador de conducción.

Enunciado: La autoescuela *El Fittipaldi urbano* os pide hacer un simulador gráfico de conducción que reproduzca de la forma más realista posible el comportamiento físico de un vehículo, incorporando diferentes características físicas (potencia motor, peso, frenos, rozamiento asfalto, etc.) como parámetros y que el resultado de la simulación sea gráfica y numérica.

Objetivos de aprendizaje:

- *Visualización 3D:* Definición de puntos de vista (conductor, escenario, etc.).
- *Modelado:* Modelado de la escena urbana, coche, interior del automóvil.
- *Iluminación:* Iluminación de la escena, cielo, iluminación urbana.
- *Movimiento:* Trayectoria de los coches, señalización, tratamiento de colisiones, detección de infracciones de conducción.



Figura 2. Imagen del proyecto simulador realizado por los alumnos.

En la *figura 2* se muestran uno de los trabajos realizados por los alumnos, en el curso 2006-07, en el cual diseñaron varias escenas urbanas con semáforos y señales a configurar. La aplicación permite al usuario la conducción del coche con la visualización del cuadro de mandos (agujas de velocidad, potencia motor activos), indicándole si realiza alguna infracción.

4. Esfuerzo docente y resultados

En esta sección se valora el esfuerzo docente del alumno y del profesor. También se presentan los resultados de encuestas realizadas a los alumnos.

4.1. Esfuerzo del alumno

Para el itinerario TPPE, el esfuerzo docente se cuantifica en la *tabla 3*. Se tiene cuenta una hora de estudio por cada hora de teoría con profesor y una hora de estudio por cada hora de problemas con profesor así como dos horas de preparación por cada hora de prácticas con profesor. Se añaden 18 horas para examen.

Todo esto nos da un total de 102 horas y 4'08 ECTS. Dividido por 15 semanas (13 lectivas más dos de estudio antes del examen) nos da un esfuerzo de 6'8 horas por semana. A

partir del curso 2006-07, al poder añadir 13 horas de clase de teoría el total es 115 horas (*tabla 4*), es decir 7'6 horas por semana.

Para el itinerario ABP se aprovecha la capacidad de trabajo del grupo. El esfuerzo de cada alumno se muestra a la *tabla 5*. Se calculan 7 sesiones tuteladas de dos horas cada una con profesor en todo el semestre más 3 horas semanales de trabajo en búsqueda de información, en programación, etc. La asistencia a problemas es la misma, con la diferencia de que al no haber examen no se incluyen sus horas de estudio y se sustituyen por preparación de documentación.

	Con profesor	Estudio alumno	Examen	TOTAL
Teoría		2h. x 13 = 26h.	13h.	39h.
Problem.	1h. x 13 = 13h.	1h. x 13 = 13h.	7h.	33h.
Práct.	2'5h. x 4 = 10h.	5h. x 4 = 20h.		30h.
			Total :	102h.(4'08 ECTS)

Tabla 3. Esfuerzo docente de los alumnos para el itinerario TPPE (cursos 2004-05 y 2005-06).

	Con profesor	Estudio alumno	Examen	TOTAL
Teoría	1h. x 13 = 13h.	2h. x 13 = 26h.	13h.	52h.
Problem	1h. x 13 = 13h.	1h. x 13 = 13h.	7h.	33h.
Práct.	2'5h. x 4 = 10h.	5h. x 4 = 20h.		30h.
			Total :	115h.(4'6 ECTS)

Tabla 4. Esfuerzo docente de los alumnos para el itinerario TPPE (cursos 2006-07 y 2007-08).

El esfuerzo total son 102 horas que sobre 13 semanas da 7'84 horas por semana.

Se puede ver que el tiempo de dedicación en el itinerario ABP es menor o igual al de TPPE, pero creemos que es tiempo de más aprendizaje y esfuerzo del alumno.

Estas estimaciones se dan al principio de curso a los alumnos, si bien es cierto que no hemos realizado un seguimiento de las horas reales que los alumnos dedican a cada itinerario, Aspecto que debemos estudiar en el futuro.

	Con profesor	Estudio alumno	Doc.	TOTAL
Teoría	2h. x 7 = 14h.	3h. x 13 = 39h.	1h. x 13 = 13h.	66h.
Problem.	1h. x 13 = 13h.	1h. x 13 = 13h.		26h.
Práct.	2'5h. x 4 = 10h.			10h.
			Total :	102h.(4'08 ECTS)

Tabla 5. Esfuerzo docente de los alumnos para el itinerario ABP.

4.2. Esfuerzo del profesor

Tal y como se muestra en las tablas 3, 4 y 5, la sustitución de las clases de teoría por ABP supone para el profesor la misma carga docente de horas presenciales que la organización previa que se hacía en cursos anteriores. No obstante, las sesiones de dos horas de ABP son con un grupo reducido (30 alumnos máximo, 5 grupos de 6 alumnos), en que el profesor resuelve dudas, asesora y observa la dinámica de cada grupo. Cabe destacar que la corrección de los trabajos es más costosa que la de un examen, pero tenemos menos exámenes a corregir.

4.3. Resultados

En los últimos años se han realizado encuestas a los alumnos para que valoren su aprendizaje. A los primeros cursos, las encuestas se realizaban minutos antes de empezar el examen, lo que nos daba un número de muestras significativo, pero también hay que tener en cuenta la desviación de los resultados producidos por los nervios del día del examen.

A partir del curso 2005-06 las encuestas se realizan de forma electrónica mediante Caronte [2,8], que permite al alumno contestar la encuesta de forma anónima.

Para los alumnos del itinerario TPPE se les hizo la misma encuesta de otros años, mientras que a los alumnos de ABP les hemos pasado una encuesta diferente, con preguntas comunes. Los resultados los mostramos en la *tabla 6*. Se puede ver que los alumnos de ABP valoran positivamente la metodología con puntuaciones superiores a 8, siendo en algunos años mejor valorada que por los alumnos de la metodología TPPE. Cabe destacar que algunas valoraciones

de los alumnos que han escogido la metodología TPPE se mantienen o son superiores a las valoraciones de los alumnos en los cursos previos a la innovación (2001-02 a 2003-04).

Curso	Tut. Prof	Met.	Val.	#
2001-02	7,9	6,4	6,7	88
2002-03	7,1	6,8	6,9	116
2003-04	8,0	6,9	7,2	91
2004-05 (TPPE)	7,4	6,7	7,1	43
2004-05 (ABP)	7,6	8,0	8,2	46
2005-06 (TPPE)	8,41	8,11	7,73	19
2005-06 (ABP)	8,06	8,1	8,35	63
2006-07 (TPPE)	7,27	7,45	7,27	11
2006-07 (ABP)	8,3	8,35	8,6	20
2007-08 (TPPE)	8	8	8	7
2007-08 (ABP)	8,04	8,28	8,8	25

Tabla 6. Resultados de encuestas sobre 10. (Tut. Prof: Autorización profesor, Met: Metodología, Val.: Valoración global, #: número de muestras).

Curso	Al. Mat.	# TPPE	# ABP	# Fin
2001-02	152			
2002-03	147	-	-	-
2003-04	150	142	8	8
2004-05	148	88	60	40
2005-06	155	60	95	76
2006-07	65	40	25	25
2007-08	76	42	34	32
2008-09	80			

Tabla 7. Número de alumnos matriculados y los que han escogido TPPE (#TPPE), los de ABP (#ABP) y los que han finalizado ABP (#Fin).

En la *tabla 7* se muestra la evolución de la matrícula en la asignatura y el número de alumnos que escogen cada uno de los dos itinerarios. En la última columna se muestra el número de alumnos ABP que finalmente presentan el proyecto, que es superior al 80%. En la matrícula se aprecia el descenso de alumnos el curso 2006-07 al pasar la asignatura de tercero a cuarto y un pequeño crecimiento en el curso 2007-08.

Este crecimiento ha dado lugar a que para el curso 2008-09, la asignatura recupere el segundo grupo de teoría, dada la demanda de alumnos por la asignatura. De esta forma se recuperarán los grupos ABP T1 y T2, y mantendremos en las dos horas de problemas una hora de teoría y otra de problemas.

5. Conclusiones y discusión

De la experiencia en la implantación de la metodología ABP podemos deducir las siguientes conclusiones y temas de discusión:

- Valoramos la oferta de ABP como positiva, pues ha potenciado la iniciativa de los alumnos y ellos también lo han valorado así.
- Durante el curso, los alumnos de ABP han visto al profesor como una figura positiva.
- La oferta de dos itinerarios ha evitado el previsible desbordamiento en la dedicación del profesorado si todos los alumnos hubieran cursado el itinerario ABP. De los 150 alumnos que hemos tenido, entre un 50% y un 75% han adoptado ABP.
- La reducción de un grupo los cursos 2006-07 y 2007-08 ha reducido el número de matriculados, pero ha mantenido el porcentaje de alumnos en el itinerario ABP.
- Pocos grupos ABP se han disuelto. Sus miembros se han incorporado al itinerario TPPE, recuperando el ritmo con facilidad.
- El sistema de evaluación actual califica, a nuestro entender, los conocimientos del alumno, pero no competencias, habilidades o aptitudes trabajadas en ABP. Creemos que debería constar en el expediente una valoración de estas aptitudes.

Obviamente, creemos que esta experiencia no es extrapolable a todas las asignaturas ni a todas las titulaciones. El docente debe conocer metodologías y experiencias siendo su tarea valorar cuáles son las más convenientes para su asignatura y cómo adaptarlas. No hay una metodología única y óptima para todo.

En nuestro caso, creemos que la experiencia ha resultado positiva y enriquecedora, tanto para el los alumnos como para el profesorado.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Dr. Luis Branda y al Dr. Antoni Font, que nos introdujeron a la metodología ABP y a los miembros del grupo de interés ABP del IDES de la UAB. Sus ideas, y sugerencias inspiraron este trabajo. Este proyecto ha sido subvencionado por la convocatoria de la Agencia para la Calidad Universitaria (AGAUR) del año 2005

(2005MQD 00246), la convocatoria de la DGU del Ministerio de Educación y Ciencia el año 2007 (EA2007 0286) y por la convocatoria de de innovación docente de la UAB el 2007.

Referencias

- [1] Bigelow, J. *Using problem based learning to develop skills in solving unstructured problems*. Journal of Management Education, 28(5):591-610, 2004.
- [2] <http://caronte.uab.es>, Plataforma Moodle de soporte virtual a la docencia.
- [3] Foley, J.D., van Dam, A., Feiner, S.K., Hughes, J.F. *Introduction to Computer Graphics*, Addison Wesley, 1993.
- [4] Font, A. *Las líneas maestras del aprendizaje por problemas*, 2004. <http://www.ub.es/mercanti/pbl.htm>
- [5] Font, A. Branda L. El aprendizaje por problemas y el espacio europeo de educación superior, Plan de formación docente 2003/04, Unidad de Innovación Docente en Educación Superior (IDES-UAB), Enero 2004.
- [6] <http://dcc.uab.es/teach/a25011/c25011.htm>, página web de la asignatura *Gráficos por Computador 2*
- [7] Martí, E., Gil D., Julià C., *A PBL experience in the teaching Computer Graphics*, Computer Graphics Forum, 25(1):95-103, 2006.
- [8] Martí, E., Rocarias, J., Radeva, P., Toledo, R., Vitrià, J. Caronte. Un gestor documental para asignaturas de universidad en el EEES. Desarrollo de gestión de grupos, encuestas y autoevaluación, MoodleMoot 2007, Cáceres, Octubre 2007.
- [9] Perrenet, J., Bouhuijs, P., Smits, J. *The suitability of problem based learning for engineering education, teaching*, Higher Education, 5(3):345-358, 2000.
- [10] Sancho P., Gómez-Martin P.P., Fernández-Manjón, *Multiplayer role games applied to problem learning*, ACM International Conference Series, 349:69-75, 2008.
- [11] Shreiner, D. Woo, M., Neider, J., Davis, T., *OpenGL Programming Guide, 4th edition*, Addison Wesley, 2004.
- [12] Torp L., Sage S., El aprendizaje basado en problemas, Amorrortu, Buenos Aires, 2006.