

Aprendizaje Basado en Proyectos en Ingeniería Informática. Resultados y reflexiones de seis años de experiencia

Enric Martí^{1,2} Ferran Poveda² Antoni Gurgui² Dèbora Gil²

¹Grupo GI-IDES- UAB ²Departamento Ciencias de la Computación, Escuela de Ingeniería
Universidad Autónoma de Barcelona

Edificio Q – Campus Bellaterra

08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) - BARCELONA

enric.marti@uab.es ferran.poveda@uab.es antoni.gurgui@uab.es.com debora.gil@uab.es

Resumen

En este taller se presenta una experiencia de 6 años en Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en Gráficos por Computador, asignatura de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Utilizamos un entorno Moodle adaptado para gestionar la documentación generada en ABP.

La asignatura se estructura mediante la definición de dos itinerarios para cursarla: un itinerario clásico de clase magistral y examen y el otro con metodología ABP.

En el itinerario ABP se explica el funcionamiento en grupos, las tareas de tutorización y seguimiento, así como las pautas de evaluación a los alumnos. Como resultados, aportamos algunos de los trabajos realizados por los alumnos, así como los resultados de las encuestas de valoración realizadas a los alumnos durante estos años. Se expone cómo ha ido evolucionando el funcionamiento de ABP a lo largo de los cursos, tanto en su estructuración como en la evaluación.

El taller pretende ser una reflexión sobre las ventajas e inconvenientes del uso de estas metodologías activas en titulaciones de ingeniería como la informática, abriendo una discusión sobre cómo estructurar la metodología ABP y evaluar los aprendizajes de los alumnos de la forma más idónea.

Summary

In this workshop a 6 years experience in Project Based Learning (PBL) in Computer Graphics, Computer Engineering course at the Autonomous University of Barcelona (UAB) is presented. We use a Moodle environment suited to manage the documentation generated in PBL. The course is organized by means of two

alternative routes: a classic itinerary of lectures and test-based evaluation and another with PBL. In the PBL itinerary we explain the organization in teamgroups, homework tutoring and monitoring and evaluation guidelines for students. We provide some of the work done by students, and the results of assessment surveys carried out to students during these years. We report the evolution of our PBL itinerary in terms of, both, organization and student surveys.

The workshop aims at discussing about on the advantages and disadvantages of using these active methodologies in technical degrees such as computer engineering, in order to debate about the most suitable way of organizing PBL and assessing students learning rate.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Proyectos, Project Based Learning, Aprendizaje Cooperativo, Recursos Virtuales, Moodle

1. Motivación

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. Sin embargo 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)* [1,4].

Algunos autores hemos acumulado experiencia (unos 20 años) en la impartición de la asignatura de Gráficos por Computador en ingeniería informática. Esta experiencia nos ha permitido detectar distintos ritmos e interés en el aprendizaje de nuestra asignatura por parte de los alumnos, que con el método de clase magistral y examen no lográbamos potenciar las aptitudes de los alumnos con un mayor potencial.

Ello nos motivó a iniciar en el curso 2004-05 la aplicación de la metodología ABP en nuestra asignatura. Para no perjudicar a alumnos menos motivados, la asignatura ofrece dos itinerarios: el de ABP y el clásico, basado en clases magistrales y examen. En [6] se detalla la carga docente para el alumno y para el profesorado para cada uno de los itinerarios. Se pretende que el doble itinerario no suponga un esfuerzo excesivo, ni para el alumno ni para el profesor.

En esta comunicación nos centraremos en explicar el funcionamiento y la experiencia en el itinerario ABP en los últimos 6 años.

El artículo se ha estructurado en 5 partes. En la sección 2 se explica el entorno académico de la asignatura: su organización y contenidos. En la sección 3, se expone la organización ABP a nivel de grupos y seguimiento a los alumnos, mostrando algún ejemplo de enunciado de proyecto con los objetivos de aprendizaje. La sección 4 muestra los criterios de evaluación utilizados, tanto a nivel grupal como individual. La sección 5 muestra como resultados el número de alumnos matriculados y resultados de encuestas de opinión. 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 de Ingeniería (EE) 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 al 2010-11 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].

Los dos principales objetivos de aprendizaje de la asignatura son:

- conocer, saber elegir y aplicar las tecnologías de modelado, realismo y animación por computador para desarrollar una aplicación gráfica que dé respuesta a un problema o proyecto concreto, y
- obtener indicadores de rendimiento para poder validar la aplicación gráfica y si las decisiones tomadas han sido las adecuadas.

Toda la información y documentos de la asignatura están disponibles vía web [5] y en la plataforma Moodle Caronte [2]. En esta última se gestionan los grupos, las entregas y las encuestas.

3. Organización en ABP

Los alumnos que cursan este itinerario forman grupos de 4 a 6 personas. Cada grupo asiste a una sesión de seguimiento con profesor de 2 horas cada 15 días. Estos alumnos, además, asisten una hora por semana a clases de problemas y a las sesiones de prácticas (15 horas repartidas en 6 sesiones de 2'5 horas) en las que desarrollan un entorno gráfico.

Podemos dividir la organización ABP en los siguientes puntos:

1. Primera sesión
2. Enunciados ABP
3. Seguimiento
4. Entregables
5. Prácticas

3.1. Primera sesión

Durante la primera semana se forman los grupos de ABP. Decidimos que fueran los propios alumnos quienes formaran los grupos de trabajo, y con ello asuman la responsabilidad de desarrollar el proyecto con compañeros que ellos elijan. Para formar estos grupos se utiliza una aplicación Moodle desarrollada por nosotros que permite que los alumnos se apunten a grupos de trabajo y el primero que se apunta a un grupo pueda bloquearlo mediante contraseña, que dará a sus compañeros, evitando “infiltrados”.

En la primera sesión de seguimiento se proporciona a cada grupo tres enunciados de proyecto, de los cuales deben escoger uno.

Se trata de enunciados cortos (entre 10 y 15 líneas). En la mayoría de ellos se les pide que asuman el rol de profesionales, en los que un cliente les pide el desarrollo de una aplicación gráfica para visualizar e interactuar con ciertos contenidos. 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. Creemos que plantear enunciados en los que los alumnos asumen un rol profesional les motiva en el planteamiento de soluciones imaginativas, y en el compromiso de llevar el proyecto a buen fin.

En algunos casos, el grupo propone un proyecto distinto a los que se le ofrecen. Si el proyecto puede cumplir con los objetivos de aprendizaje de la asignatura se acepta, puesto que aumenta la motivación en el aprendizaje y desarrollo si el proyecto es propuesto por el mismo grupo.

3.2. Enunciados ABP

Durante el curso 2010-11 hemos propuesto unos 15 enunciados de proyectos, haciendo combinaciones de 3 para ofrecer a cada grupo. En cursos anteriores se han dado casos en los que dos o tres grupos han elegido el mismo enunciado, pero tanto el desarrollo de su proyecto como los resultados, han sido muy distintos.

En cada enunciado se incluye el texto dado a los alumnos y los objetivos de aprendizaje que se pretenden (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 de aprendizaje 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 dos ejemplos de proyecto: Sistema solar y cruce.

Enunciado Cruce: 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.

Enunciado Sistema Solar: El Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña quiere disponer de una herramienta de visualización gráfica que permita ver con el mayor grado de realismo posible la posición de los principales planetas y satélites del Sistema Solar, así como su movimiento, de forma que sea posible visualizar su posición en una fecha (día, mes, año, hora minuto, segundo) determinada.

Objetivos de aprendizaje:

- **Visualización 3D:** Definición de puntos de vista (sol, planetas, satélites, etc.).
- **Modelado:** Modelado de planetas, satélites (cometas), coordenadas astronómicas, definición de órbitas.
- **Iluminación:** Iluminación de los planetas, texturizar planetas y satélites, anillos de planetas, sombras, eclipses.
- **Movimiento:** Trayectoria de los planetas y satélites, posición según fecha concreta, previsión de eclipses.

- *Otros*: Conceptos de astronomía, sistema solar.

3.3. Seguimiento ABP

A partir de la primera sesión, los alumnos asisten a las sesiones tutorizadas de dos horas según calendario. En estas sesiones el grupo discute, trabaja, decide y avanza en la realización del proyecto bajo la supervisión del tutor, que por un lado atiende dudas que puedan surgir a los alumnos y por otro lado se fija en la dinámica de trabajo del grupo y de las distintas aptitudes de cada uno de sus miembros.

Básicamente se observan y valoran las siguientes aptitudes a nivel grupal:

- *Dinámica de grupo*: activo (se discute y se consensua el trabajo a realizar), o pasivo (cada uno trabaja de forma individual haciendo su propia tarea, interactuando poco con el resto del grupo).
- *Calidad del trabajo, aprendizaje grupal*: Si el grupo se plantea retos importantes, busca la información de forma activa y la obtiene, es innovador en el planteamiento de soluciones.

A nivel individual se valoran las siguientes aptitudes:

- *Participación*: si el alumno es activo en la discusión o no.
- *Liderazgo*: si el alumno ejerce o no un cierto liderazgo en el grupo, si sus opiniones son consideradas o no.
- *Puntualidad*: si el alumno es puntual a la llegada y se va a la hora estipulada, no antes.
- *Asistencia*: si el alumno asiste o no a las sesiones tutorizadas.

En cada sesión el tutor va tomando anotaciones sobre estas aptitudes, que serán utilizadas en la evaluación grupal e individual del alumno.

Se incentiva que el grupo haga más reuniones de grupo si lo considera necesario, generando para cada reunión una acta que se envía junto al acta de seguimiento que corresponda. Todas las actas que presenta el grupo son indicadores que benefician el seguimiento del proyecto.

Se tolera la colaboración entre grupos, siempre que el grupo que recibe la ayuda (pequeño programa, información, idea, etc.) mencione en la memoria la ayuda recibida y de

qué grupo. No se pretende que haya competitividad y secretismo entre grupos.

La tarea del tutor no ha de ser resolver los problemas que el grupo tenga, si éstos son muy relacionados con la asignatura. Debe proporcionar fuentes de información, o hacer reflexionar al alumno más que dar la solución. En caso de que la línea de trabajo del grupo se desvíe excesivamente de los objetivos de aprendizaje, debe reconducir su línea de trabajo, pero siempre que sea posible hay que influir lo mínimo en la dinámica de trabajo del grupo, aspecto que no siempre es fácil de equilibrar.

3.4. Entregables ABP

Se definen cuatro tipos de entregables:

- Actas de reunión
- Controles
- Presentación del proyecto
- Seguimiento del profesor

a) Actas de reunión

En cada sesión tutorizada con profesor el grupo debe escribir un acta donde quede reflejado lo que se ha realizado y acordado en la reunión. El patrón de acta dado a los alumnos contiene cuatro puntos:

1. Aprobación del acta anterior
2. *Discusión*: Seguimiento de los acuerdos definidos en la anterior reunión.
3. *Acuerdos*: Tareas a realizar y quién las realiza.
4. Anexos: Información adicional.

Una vez finalizada la sesión tutorizada, el grupo dispone de tres horas para enviar el acta en formato electrónico a la plataforma Moodle Caronte. Pueden adjuntar actas de reuniones anteriores que haya realizado el grupo sin la asistencia del profesor.

Cada grupo define una numeración propia para las actas. Se proporciona un documento patrón. Se valora la presentación de estas actas dentro de la evaluación grupal.

b) Controles

Durante el semestre 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 de forma electrónica mediante Moodle, se realiza una encuesta de autoevaluación entre los miembros del grupo. Esta encuesta consiste en que cada miembro del grupo conteste un 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.

Un alumno responde a las siguientes preguntas en referencia al compañero X del grupo (X puede ser él mismo):

- 1) X se implica en el trabajo del grupo. Valoración de 0 (nula) a 10 (máxima).
- 2) X se implica en las decisiones del grupo (0-10).
- 3) X aporta ideas interesantes (0-10)
- 4) X motiva a los compañeros (0-10)
- 5) He aprendido trabajando con X (0-10)
- 6) Volvería a trabajar con X en un grupo (Si-No)
- 7) Comentarios sobre X

c) Presentación del proyecto

En la última sesión del curso los grupos se juntan para la defensa pública del proyecto. Además entregan la siguiente documentación:

- *Portafolio*. 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. Para ello se proporciona 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 forma un tribunal de tres profesores que valora la calidad del trabajo y la presentación mediante un cuestionario. Esta valoración será importante en la evaluación grupal.

Al final de las presentaciones se pide a cada grupo que valore, no con puntos sino a modo de

ranking, el trabajo que más le ha gustado y el que menos, excepto el suyo. Esta valoración se utilizará en la evaluación grupal.

Tras la defensa del proyecto se abre los siguientes 10 días una última encuesta de autoevaluación entre los miembros del grupo. En total, disponemos de tres encuestas de autoevaluación grupal.

d) Seguimiento del profesor

Después de cada control, el profesor rellena una encuesta de seguimiento para cada grupo, con el objetivo que los alumnos conozcan la opinión del tutor. Esta encuesta es rellenada también electrónicamente por el profesor mediante una aplicación de Moodle, y visible para los alumnos. El cuestionario contiene las siguientes valoraciones sobre el grupo:

- 1) Asistencia a las sesiones tutorizadas (suficiente-Insuficiente). Incluye retrasos o marcharse antes de finalizar la sesión.
- 2) Comentarios. Aclaraciones de la valoración anterior.
- 3) Dinámica de trabajo en grupo (Correcta-Suficiente-Insuficiente)
- 4) Comentarios
- 5) Actas de las reuniones (Correctas-Suficientes-Insuficientes)
- 6) Comentarios
- 7) Controles. Presentación (Correctos-Suficientes-Insuficientes)
- 8) Comentarios
- 9) Controles. Trabajo (Correcto-Suficiente-Insuficiente). Valoración si la carga de trabajo es acorde al número de miembros del grupo.
- 10) Comentarios

Este seguimiento es utilizado en la evaluación grupal.

3.5. Prácticas

La asignatura programa 6 sesiones de prácticas de 2'5 horas cada una en las que se diseña un entorno gráfico partiendo de cero, al que se le van añadiendo funcionalidades. Las dos primeras sesiones son obligatorias y no evaluables para los grupos ABP. Las siguientes sesiones son recomendadas, puesto que les pueden ayudar a incluir funcionalidades importantes en su aplicación así como optimizaciones. La asistencia y entrega de los trabajos de las 4 últimas sesiones

mejoran la nota individual de los alumnos que cursen ABP.

Se propone definir un entorno de multiplataforma (Windows, Linux o MacOS) programado en C++ y basado en las bibliotecas OpenGL (*Open Graphics Library*) [8] para el desarrollo gráfico y Qt [7] para la creación de interfaces auxiliares. Los enunciados de cada sesión son los siguientes:

- 1) Creación de un entorno de visualización OpenGL
- 2) Principios de modelado y animación en OpenGL
- 3) Iluminación y materiales en OpenGL
- 4) Programación básica de *shaders* en OpenGL
- 5) WebGL y OpenGL ES
- 6) Realidad Aumentada con ARToolkit

Antes de cada sesión, los alumnos disponen de un enunciado para preparar el trabajo de la sesión. Después de la sesión de prácticas, los alumnos entregan el trabajo, respondiendo algunas preguntas sobre el mismo.

5. Evaluación ABP

La nota final de la asignatura se obtiene a partir de la *evaluación grupal*, de la actividad realizada por el grupo y la *evaluación individual*, a partir de indicadores obtenidos en las sesiones tutorizadas. Se conceden bonificaciones tanto grupales como individuales que se añaden a la nota.

5.1. Evaluación grupal

Corresponde un 70% de la nota final. Los indicadores de esta fase se obtienen fundamentalmente en la presentación del proyecto. Se valoran los siguientes indicadores:

- Complejidad, innovación y riesgo del proyecto (1 pto.)
- Funcionalidades de la aplicación (1 pto.)
- Diseño de la interfície de usuario (1 pto.)
- Calidad de la aplicación. Validación (1 pto.)
- Transparencias. Claridad y presentación (1 pto.)
- Memoria. Claridad y presentación (1 pto.)
- Actas. Claridad y presentación (1 pto.)
- Bonificaciones (máx. 1 pto.): Si han ayudado a otros grupos, aprendizaje importante de temas no relacionados en la asignatura, etc.

5.2. Evaluación individual

Corresponde a un 30% de la nota final. La evaluación individual se basa en la observación de las sesiones tutorizadas de dos horas cada quince días. En estas sesiones se admiten un máximo de entre 25-28 alumnos en 5 grupos para poder atender dudas y realizar observaciones en los grupos. Es importante en la tarea de tutorización darles amplia libertad en su aprendizaje y toma de decisiones, siempre que cumplan mínimamente los objetivos de aprendizaje planteados en la asignatura.

Los indicadores de evaluación individual que utilizamos en las sesiones son:

- Asistencia y puntualidad (1 pto.)
- Actitud en el grupo: participativo-pasivo (1 pto.)
- Liderazgo y responsabilidad (1 pto.)
- Bonificaciones:
 - Ponente en la presentación del proyecto (0'5 ptos.)
 - Buena valoración de los compañeros en la autoevaluación (0'5 ptos.)
 - Trabajo realizado en prácticas (0'5 ptos.)

Por último destacar que a los alumnos no se les da todos los indicadores de evaluación ni su cuantificación en la nota final, para no condicionar su trabajo. Genéricamente a principios de curso se les indica en la guía docente que hay una evaluación grupal y una evaluación individual basada en indicadores.

El hacer pública la evaluación a los alumnos es un tema de amplia controversia en ABP, donde hay opiniones favorables y desfavorables. Nuestra decisión va en la línea de condicionar lo mínimo al alumno en su trabajo, potenciando un ambiente de trabajo lo más real y profesional posible.

6. Resultados

Como resultados se muestran dos ejemplos de los proyectos Cruce y Sistema Solar realizados el curso 2010-11 (figuras 1 y 2). En ambos se puede apreciar la calidad de la visualización gracias al uso de la librería OpenGL que los alumnos aprenden a utilizar.



Figura 1. Ejemplo del proyecto cruce



Figura 2. Ejemplo de proyecto Sistema Solar.

En la *tabla 1* se muestra la evolución de la matrícula en la asignatura y el número de alumnos que escoge ABP. El número de alumnos ABP que finalmente (última columna) presentan el proyecto 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.

Curso	Al. Mat.	# TPPE	# ABP	# FAB
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	81	30	51	47
2009-10	68	22	46	40
2010-11	67	17	50	49

Tabla 1. Número de alumnos matriculados y los que han escogido TPPE (#TPPE), los de ABP (# ABP) y los que han finalizado ABP (#FAB).

La tendencia negativa de los últimos años es fruto del descenso de alumnos en la carrera. La asignatura se mantiene entre las 5 optativas de la carrera con más alumnos.

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 (ABP)	7,6	8,0	8,2	46
2005-06 (ABP)	8,06	8,1	8,35	63
2006-07 (ABP)	8,3	8,35	8,6	20
2007-08 (ABP)	8,04	8,28	8,8	25
2008-09 (ABP)	7,17	8,3	8,44	40
2009-10 (ABP)	8,13	8,41	8,55	29

Tabla 2. Resultados de encuestas a alumnos, sobre 10. (Tut. Prof: Tutorización profesor, Met: Metodología, Val.: Valoración global, #: número de muestras).

Cada año se han realizado encuestas a los alumnos para que valoren su aprendizaje. En 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 el alumno responde las encuestas de forma electrónica con Caronte [2], pudiendo éste contestar 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 2*. Se puede ver que los alumnos de ABP valoran positivamente la metodología con puntuaciones superiores a 8, siendo en todos los años mejor valorada que por los alumnos del itinerario TPPE.

Como dato menos tangible, destacar que el número de alumnos a los que hemos dirigido el proyecto de fin de carrera en temas de gráficos por computador ha crecido en los últimos años.

7. Conclusiones y discusión

De la experiencia hemos extraído 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 el profesor como una figura positiva. Creemos que esta dinámica de clase es más gratificante para el docente.
- Pocos grupos ABP se han disuelto. Sus miembros se han incorporado al itinerario TPPE, recuperando el ritmo con facilidad.
- Al principio los alumnos se ven un poco perdidos en lo que deben hacer, pero en las dos primeras sesiones tutorizadas van tomando iniciativa en su aprendizaje.
- Los alumnos presentan dificultades en escribir las actas, en explicar lo que han discutido y han acordado. Las actas son demasiado resumidas, casi telegráficas, y esto va en detrimento de su nota, al no reflejar el trabajo realizado en las reuniones.
- Ha habido grupos que como alternativa a nuestros proyectos han propuesto ellos uno (usualmente un videojuego). En estos grupos, la motivación y la responsabilidad en la realización del proyecto es mucho más alta, lo que repercute en un buen trabajo. Hay grupos que han enviado mejoras del proyecto después de haberles puesto la nota.
- Estamos estudiando para el próximo año asignar responsables de tareas en el proyecto. Un proyecto real así lo tiene.
- 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 continua siendo positiva y enriquecedora, tanto para los alumnos como para el profesorado.

Agradecimientos

Agradecer a los alumnos **Alex Au bets, Daniel Barea, Jaume Bigas, Javier de Muga, Albert Sapé**, alumnos de la asignatura en el curso 2004-05 por la imagen de su trabajo ABP del Cruce.

Agradecer a los alumnos **Francisco Cobo, Gerard Gilabert, Oscar Guillén y Victor Soler**, alumnos de la asignatura en el curso 2010-11 por la imagen de su trabajo ABP del Sistema Solar.

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) de ayudas para la financiación de proyectos para la mejora de la calidad docente de las universidades catalanas del año 2005 (2005MQD 00246), la convocatoria de la DGU del Ministerio de Educación y Ciencia el año 2007 (EA2007 0286).

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. 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.
- [5] <http://dcc.uab.es/teach/a25011/c25011.htm>, página web de la asignatura Gráficos por Computador 2 (último acceso: 8 junio 2011).
- [6] Martí, E., Gil D., Julià C., Vivet M., Julià C., *Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Gráficos por Computador en Ingeniería Informática. Balance de cuatro años de experiencia*, XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 09), 1:387-394, ISBN:978-84-692-2758-9, Barcelona, Julio 2009.
- [7] <http://qt.nokia.com/products/>, web con completa documentación de la interface Qt (último acceso: 8 junio 2011)
- [8] Shreiner, D. Woo, M., Neider, J., Davis, T., *OpenGL Programming Guide, 4th edition*, Addison Wesley, 2004.