

PROJECT BASED LEARNING EXPERIENCE IN INDUSTRIAL ELECTRONICS AND INDUSTRIAL APPLICATIONS DESIGN

MARTÍNEZ RODRIGO F., HERRERO DE LUCAS L. C., GONZÁLEZ DE LA FUENTE J. M. Y DOMÍNGUEZ VÁZQUEZ J. A.

Univ. of Valladolid.Escuela Universitaria Politécnica.

Calle Francisco Mendizábal, 1 – 47014 Valladolid (Spain)

fer_mart@tele.uva.es, lherrer@tele.uva.es, j_m_gonz@tele.uva.es, josdom@eis.uva.es

SUMMARY: This communication presents a Project Based Learning (PBL) experience in the subjects “Industrial Electronics” and “Industrial Applications Design” along the academic years 2004/2005 and 2005/2006. Students must carry out several projects, which cover the subject objectives. Evaluation of each project takes into account the following aspects: the project report (40%), presentation (Power Point, poster, ...) (30%) and the teamwork quality (30%). Because the PBL methodology, attendance at lessons is compulsory. The student must spend 90/120 hours in the subject (depending on what subject), half of them in the Faculty and the other half out of the class. As the groups have four members, each group project must be equivalent to 360/480 hours. Throughout the subject, several teamwork activities are developed. The groups must select a co-ordinator and a secretary, and must write the minutes of the meetings. Every group has a basic wording of each project, which must be written again by the group to direct the project to the group specific objectives. Every week, the groups must hand part of the work over, to ensure the project gets on and it has the necessary quality.

KEYWORDS: project based learning, co-operative learning, active learning, experience.

1. INTRODUCCIÓN

En el artículo se presenta la experiencia de aplicación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) en dos asignaturas en la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Valladolid. Las asignaturas junto con algunos datos sobre las mismas se enumeran a continuación:

- Electrónica Industrial, asignatura optativa de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación especialidad Sistemas Electrónicos. Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso, y tiene 3 créditos teóricos y 1,5 créditos

prácticos. Se ha utilizado PBL en los cursos 2004/05 y 2005/06. El número de alumnos matriculados ha sido de 13 y 16, respectivamente.

- Diseño de Aplicaciones Industriales, asignatura optativa de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Electrónica Industrial. Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso, y tiene 3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos. Se ha comenzado a utilizar PBL en el curso 2005/06. El número de alumnos matriculados ha sido de 26.

Anteriormente estas asignaturas se impartían con metodología clásica expositiva.

La utilización de este tipo de metodología tiene las siguientes características:

- La clase se organiza de forma activa. En clase, el alumno hace, no se dedica a escuchar y escribir.
- El profesor actúa de orientador y organizador.
- La presencia de los compañeros de grupo es una ayuda: plantean dudas, resuelven dudas, animan a trabajar, ...
- Es una actividad más parecida al entorno laboral.

2. VENTAJAS DEL APRENDIZAJE ACTIVO

La bibliografía señala múltiples ventajas del Aprendizaje Activo, dentro del cual se enmarca el Aprendizaje Basado en Proyectos. Se pueden señalar las siguientes:

- Los estudiantes que trabajan en pequeños grupos logran un mayor rendimiento, que cuando se emplean otros métodos de enseñanza. Estos alumnos consiguen: mayor rendimiento académico, mayor persistencia después de la graduación, mayor habilidad para el razonamiento y el pensamiento crítico, comprensión más profunda de la materia, menores niveles de estrés y ansiedad, mayor motivación, mayor habilidad para ver situaciones desde otras perspectivas, relación más positiva y de apoyo mutuo con compañeros, actitud más positiva hacia la materia y mayor autoestima.
- Hay muchos estudios que demuestran que los estudiantes que aprenden cooperativamente consiguen mejores calificaciones que los que trabajan el material de forma individual. Felder indica una mejora del número de aprobados del 36 % al 58 y 65 %.
- Los estudiantes aprenden más haciendo que escuchando.
- Los estudiantes débiles, cuando se encuentran atascados con una asignatura, tiran antes la toalla cuando trabajan solos, mientras que utilizando el trabajo en grupo permanecen más. Los estudiantes fuertes, al explicar y clarificar el material a los alumnos más débiles, habitualmente descubren y llenan sus lagunas.

- Se necesita responsabilidad individual, ya que hay alumnos que tienen tendencia natural a dominar el grupo y otros a no tomar responsabilidad.
- Cuando los estudiantes trabajen como Ingenieros Técnicos, trabajarán en equipos.
- El 38,82 % de las empresas que contratan titulados universitarios utilizan entrevistas en grupo, según el diario El País. El PBL permite entrenar las habilidades de trabajo en grupo.

Es posible que los alumnos presenten algunas de las siguientes reticencias al trabajo en grupo:

- Es mejor utilizar el tiempo escuchando al profesor que trabajando con compañeros que saben tan poco como uno mismo.
- Me ha ido bien fiándome de mi propio esfuerzo y no quiero que me estorben otros alumnos con diferentes métodos de trabajo.
- Timidez o falta de costumbre de compartir el trabajo con los compañeros.
- Los estudiantes fuertes pueden pensar que sus compañeros les van a retrasar. Los estudiantes débiles pueden pensar que van a ser ignorados en las reuniones de grupo.

3. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden cubrir mediante la utilización de Aprendizaje Basado en Proyectos son los siguientes:

- Objetivos para los alumnos:
 - Obtener una base suficiente de conocimientos del programa de la asignatura.
 - Desarrollar habilidades de desarrollo de proyectos.
 - Desarrollar habilidades de trabajo en equipo (planificación, resolución de conflictos, organización del trabajo, organización de reuniones).
 - Desarrollar habilidades de búsqueda de información.
 - Desarrollar habilidades de generación de documentos.
 - Desarrollar habilidades de hacer presentaciones en público.
- Objetivos para el profesor:
 - Conocer los mecanismos que dificultan el aprendizaje.
 - Desarrollar habilidades relacionadas con las dinámicas de grupos.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

4.1. Metodología

Las asignaturas se estructuran mediante la realización de dos proyectos en la primera asignatura, y de tres proyectos en la segunda. Los proyectos se realizan en grupos de cuatro alumnos, que se mantienen para todos los proyectos.

En cada proyecto los alumnos tienen que elaborar una serie de trabajos intermedios y finales. No se pide sólo el resultado final, sino que se piden resultados intermedios para poder ofrecer realimentación a los alumnos sobre cómo van realizando el proyecto, en el sentido de su mayor o menor adecuación a los objetivos marcados. Los entregables intermedios y finales que se piden son los siguientes (ver Anexo I):

1. Reelaboración de la redacción del proyecto, haciendo una redacción más adecuada al interés del grupo. Cuanto más detallada y concreta es la redacción del proyecto del grupo, más rápidamente se pondrá en marcha el trabajo.
2. Planning de trabajo inicial. El planning permite que se pueda repartir el trabajo de forma equilibrada a lo largo del tiempo disponible, que se empleen los medios humanos disponibles de la forma más apropiada a los objetivos del proyecto y al tiempo disponible. Para ello, se pide un planning inicial al comienzo del proyecto.
3. Versión intermedia de informe y presentación. El profesor ofrece realimentación a los alumnos sobre el estado del informe “Word” y de la presentación “Power Point, poster, etc.” cuando ha transcurrido aproximadamente la mitad del tiempo del proyecto. Esto no elimina la realimentación continua que se produce debido al diálogo alumno-profesor.
4. Planning de trabajo definitivo. Se pide aproximadamente a la mitad del periodo de duración del proyecto.
5. Actas de las reuniones. Para ayudar a la planificación de los grupos se pide que realicen actas de las reuniones. Cada grupo debe tener un coordinador y un secretario, al menos.
6. Versión final de informe y presentación.

Se considera que cada alumno debe dedicar a la asignatura el mismo número de horas presenciales que de trabajo personal. En la asignatura Electrónica Industrial, que tiene 4,5 créditos, los alumnos deben dedicar 45 horas al trabajo en clase y 45 horas fuera de clase. En la asignatura Diseño de Aplicaciones Industriales, con tiene 6 créditos, los alumnos deben dedicar 60 horas al trabajo en clase y 60 horas al trabajo fuera de clase. En las horas de clase se realizan las siguientes actividades (ver Anexo I):

1. Presentación del proyecto. Los proyectos se presentan al principio de la teoría del tema, para intentar aumentar el interés de los alumnos por la materia. Se ofrecen varios posibles proyectos y los grupos deben elegir uno.

2. Presentación de la teoría del tema por parte del profesor.
3. Formación sobre trabajo en grupo. Se realizan actividades de formación sobre trabajo en grupo. Algunas son presentaciones teóricas, como el Anexo II sobre Asignación de Roles, y otras son prácticas, como los casos a resolver en grupo del Anexo III.
4. Entrevistas del grupo con el profesor. Para dar realimentación sobre la elaboración de documentos y presentaciones, sobre el funcionamiento de las reuniones del grupo y sobre la planificación del trabajo.
5. Trabajo en laboratorio. Se intenta ofrecer las herramientas informáticas apropiadas.
6. Presentación del proyecto por parte del grupo. Dentro de las horas presenciales se incluye la presentación de los trabajos de los grupos.

Se realiza una encuesta a los alumnos al final del cuatrimestre, donde se pide que indiquen los puntos fuertes y los puntos débiles de la metodología empleada.

Para la realización de los proyectos los alumnos disponen de los siguientes recursos:

1. Programa de los contenidos de la asignatura.
2. Material de formación sobre trabajo en grupo.
3. Enunciado y programación de los proyectos.
4. Transparencias de las presentaciones de la teoría de los temas.
5. Apuntes de algunas partes de las asignaturas. Contienen partes que no se pueden encontrar en la bibliografía con una orientación apropiada a los conocimientos de los alumnos, y con una extensión adecuada a los objetivos de las asignaturas.

Este tipo de metodología puede hacer que se dedique una cantidad de tiempo demasiado grande a la asignatura, con una repercusión negativa respecto de las otras asignaturas. Por ello, desde el principio se indica que no se debe dedicar ni mucho ni poco tiempo a la asignatura, haciéndose una planificación del tiempo que se debe dedicar a la misma. Se considera que el tiempo a dedicar a esta asignatura es de 90/120 horas (Electrónica Industrial / Diseño de Aplicaciones Industriales) por alumno, de las cuales 45/60 horas corresponden a los 4,5/6 créditos de docencia de la asignatura, y las otras 45/60 horas corresponden a trabajo fuera del aula. La intención del profesor es que la dedicación de los alumnos se ajuste a las 90/120 horas previstas, y que no sea inferior pero tampoco superior. Como los grupos son de cuatro personas, el trabajo de cada grupo debe ser equivalente a 360/480 horas.

4.2. Evaluación

La evaluación se realiza a través de los proyectos realizados. Todos los proyectos tienen la misma puntuación.

La evaluación de cada proyecto tiene en cuenta los siguientes aspectos:

1. Memoria del proyecto, realizada en Microsoft Word, según una plantilla que se proporciona a los alumnos. Esta plantilla tiene un formato de dos columnas como muchos artículos de las revistas y congresos científicos. La puntuación de esta parte es del 40% de la nota, que se asigna según los siguientes criterios:
 - Calidad del trabajo: adecuación del resultado a las especificaciones.
 - Presentación: formato común, paginación, referencias en figuras, ...
 - Estructura apropiada.
 - Utilización de fuentes: bibliográficas, internet.

Se otorga un 70 % de la nota al contenido y un 30 % de la nota al formato.

2. Presentación. Los trabajos se presentan al resto de los alumnos del grupo de dos formas, unos proyectos mediante Power Point y otros mediante póster. La valoración de esta parte es del 30% y se asigna siguiendo fundamentalmente los siguientes criterios:
 - Presentación elegante y dinámica: cantidad de información apropiada, fondo y formato atractivo, utilización de animaciones, ...
 - Adecuación al trabajo realizado.

Se otorga un 70 % de la nota al contenido y un 30 % de la nota al formato.

3. Calidad del trabajo en grupo. Se puntúa con un 30% de la nota, atendiendo a la calidad de los siguientes entregables:
 - Reelaboración de las especificaciones del proyecto.
 - Planificación y reparto de tareas inicial: diferenciación de tareas, coordinación de tareas.
 - Actas de las reuniones: concretas (Anexo IV).
 - Planificación y reparto de tareas definitivo: diferenciación de tareas, coordinación de tareas.

Debido a la metodología de proyectos de la asignatura, es obligatoria la asistencia a clase. Se excluirá de su grupo a aquellos alumnos que no asistan a clase de forma reiterada.

4.3. Desarrollo

A lo largo del desarrollo de las asignaturas han surgido dificultades debido a diferentes motivos:

1. Hay proyectos en los que la teoría es extensa y compleja, lo cual dificulta el comienzo temprano de los proyectos.
2. El aula de prácticas actual no tiene instalado acceso a internet y hay que configurarlo y desconfigurarlo cada vez que hay una sesión en el mismo.

3. Hay sólo 8 ordenadores en el laboratorio, lo que es insuficiente.

Se ha intentado corregir el primer proyecto de forma rápida para dar realimentación a los alumnos sobre los tres aspectos que se evalúan, memoria, presentación y trabajo en grupo.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Este sistema de proyectos se ha empleado el curso 2004/05 en la asignatura Electrónica Industrial, con dos grupos de cuatro alumnos cada uno. Al final de la asignatura se realizó una encuesta donde se pidió que indicaran los puntos fuertes y débiles de la metodología. Los alumnos contestaron lo siguiente, se indica entre paréntesis el número de ocurrencias de cada opinión.

Puntos Fuertes:

- Mejorar la capacidad para el trabajo en grupo (8)
- Mayor esfuerzo, motivación, trabajo continuado, interés (5)
- Aprender a hacer presentaciones y exposiciones (4)
- Mejora la profundización en los conceptos, mayor aprendizaje (4)
- Prepara para la realización del Proyecto Fin de Carrera y futuros trabajos (2)
- Hay menos agobios en la época de exámenes (2)
- La asignatura se hace más fácil, amena e interesante (2)
- Detección temprana de fallos, ya que hay tiempo de trabajo en clase supervisado por el profesor (2)
- Relación cordial entre alumnos y con el profesor (1)
- Se abordan temas colaterales a los propios de la asignatura (Word, Power Point, búsqueda de información) (1)
- Libertad de enfoque del proyecto (1)
- No tener un examen escrito (1)
- Mayor relación con los compañeros (1)

Puntos Débiles:

- Dificultades para arrancar, tal vez debido a que el planteamiento de los proyectos no está muy claro al principio y hay poca información teórica (5)
- Se han creado algunas tensiones entre miembros del grupo, fundamentalmente al final debido a la cercanía de los exámenes (2)
- Menor profundización en los temas propios de la asignatura (2)

- Bastante ocupación y reuniones en tiempo libre para la finalización de los proyectos (1)
- Hay más agobio en la época anterior a los exámenes (1)
- La parte teórica de paneles solares es pesada (1)
- No me gusta que los grupos los haga el profesor (1)
- Comprobar el funcionamiento real de los elementos estudiados (1)
- Posibilidad de hacer alguna visita (1)
- Usar programas específicos (1)
- Mayor disponibilidad del laboratorio para poder trabajar (1)
- Puede haber partes del proyecto que sean desconocidas por algunos miembros del grupo (1)

La asignatura Electrónica Industrial tuvo 11 alumnos matriculados en el curso 2004/2005, de los cuales 8 participaron en el sistema de proyectos y aprobaron la asignatura en la convocatoria ordinaria. Los otros tres alumnos no se presentaron a ninguna convocatoria.

6. BIBLIOGRAFÍA

J. Bará, M. Valero (2004), “Taller de Formación: Técnicas de Aprendizaje Cooperativo”, Universidad Politécnica de Cataluña.

R.M. Felder, R. Brent (1994), “Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs”.

“Speaking of Teaching”, Stanford University Newsletter on Teaching, Winter 1999, Vol. 10, No. 2.

D. R. Woods (1995), “Problem-based Learning: helping your students gain the most from PBL”, McMaster University, Hamilton ON L8S 4L7.

T. Markham, J. Larmer, J. Ravitz (2003), “Project Based Learning. A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers”, Buck Institute for Education.

ANEXO I

PROYECTO ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICA. CURSO 2005-2006

Pregunta motriz: ¿Es rentable la energía solar fotovoltaica?

Proyecto 1: Suponer que sois los dueños de una empresa que está valorando la posibilidad de introducirse en el campo de la instalación de energía solar fotovoltaica.

Proyecto 2: Suponer que sois los dueños de una vivienda que tiene la línea de distribución a 1 km de distancia. Debéis valorar la posibilidad de instalar energía solar fotovoltaica.

Proyecto 3: Suponer que sois Ingenieros Técnicos de una empresa consultora de energía. Se os encarga realizar una aplicación de ayuda a la decisión de instalar energía fotovoltaica en diferentes entornos.

Resultado final (entregar): Informe en formato Microsoft Word, Póster en tamaño 80 x 100 cm. aproximadamente.

Fecha de entrega del proyecto: 5 de mayo

Entregables:

1. Reelaborar la redacción del proyecto. Hacer una redacción más adecuada al interés del grupo. Distribución de roles. Semana 1.
2. Planning de trabajo inicial. Semana 1. Nota: es conveniente que el planning lo prepare el coordinador con otro compañero y se lo presenten, después, a los otros dos compañeros para su debate.
3. Actas de las reuniones: final del proyecto.
4. Versión intermedia de informe "Word" y presentación tipo Póster: semana 4-5.
5. Planning de trabajo definitivo. Semana 4.
6. Versión final "Word" y Póster: 5 de mayo.

Actividades:

1. Presentación del enunciado del proyecto (1 hora).
2. Presentación de la teoría del tema por parte del profesor (4 horas).
3. Formación sobre trabajo en grupo (1 horas).
4. Entrevista del grupo con el profesor (1,5 horas / grupo).
5. Presentación del proyecto por parte del grupo (2 horas).
6. Trabajo en laboratorio (9,5 horas).
7. Trabajo fuera de clase (19 horas / alumno -> 76 horas totales).

ANEXO II

ASIGNACIÓN DE ROLES

Para que el trabajo en grupo sea eficiente es imprescindible asignar diferentes roles dentro del grupo. Se pueden asignar los siguientes roles:

- Coordinador: quien organiza la reunión.
- Secretario: toma notas, hace el acta.
- Supervisor: asegura que todos los miembros del grupo han entendido la solución del problema.
- Facilitador: anima a todos los miembros a participar.
- Instructor: elabora información.
- Validador: asegura que el grupo trabaje de forma crítica, algo así como el “control de calidad”.
- Calculador: quien hace cálculos numéricos, está conectado a internet, lleva el portátil para alguna eventualidad.

Probablemente la función más importante es la del coordinador. Entre sus funciones destacan las siguientes:

- Elegir los puntos del orden del día de la reunión.
- Diseñar una agenda de la reunión (puntos a tratar y tiempo para cada punto, partiendo del tiempo total que va a durar la reunión). Debe de hacerse antes de la reunión.
- Establecer las normas sobre cómo tratar los puntos del orden del día.

Se debe rotar el rol de coordinador, tratando de ir mejorando el desempeño del rol mediante la evaluación del funcionamiento del grupo.

ANEXO III

ACTIVIDADES DE FORMACIÓN SOBRE TRABAJO EN GRUPO

ACTIVIDAD 1

Cada grupo debe ponerse de acuerdo en unas reglas a la hora de hacer las reuniones de grupo (20'). Después se comentan al resto de la clase (20').

ACTIVIDAD 2

Caso: Si algún miembro del grupo va por libre, ¿cómo va a afrontar el grupo la situación?. Trabajo de grupo (15'). Puesta en común (15').

ACTIVIDAD 3

Hacer una lista de posibles conflictos. Decidir cómo el grupo va a afrontar cada uno de ellos. (30'). Puesta en común (20').

ACTIVIDAD 4

Caso: Suponer que te sientes frustrado porque parece que los demás no están estudiando el material en la profundidad con la que tú lo estás haciendo, o que tú quieres que lo hagan los otros. Indicar caminos para hacer visible este comportamiento, y que, por tanto, pongan las bases para resolver este aparente conflicto. Trabajo en grupo (20'). Puesta en común (15').

ANEXO IV

FICHA DE LAS REUNIONES

Fecha:

Hora de inicio:

Asistentes:

Actividad a desarrollar:

Actividad desarrollada:

Otros (próxima reunión, ...):

Hora de finalización: