

Experiencia docente mediante la Metodología de Aprendizaje Basado en Problemas

José Manuel López-Guede
Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
jm.lopez@ehu.eus

Resumen

En este artículo se describe una experiencia docente de implantación de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) llevada a cabo en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). La asignatura objeto de la implantación ha sido Arquitectura de Computadores, del Grado en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información. En el artículo se recogen los elementos principales a considerar en toda implantación como son las competencias específicas y transversales a adquirir por el alumnado, por lo que se recoge el temario y los resultados del aprendizaje a lograr y evaluar. Se detalla el problema estructurante diseñado y su división en subproblemas, así como los logros alcanzados, siendo estos altamente satisfactorios tanto para el alumnado en general como para el profesorado.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas, Metodologías Activas de Aprendizaje

Abstract

This paper describes a teaching experience of Problem Based Learning (PBL) implementation held at the University College of Engineering of Vitoria-Gasteiz, at the Basque Country University (UPV/EHU). The subject under implementation has been Computer Architecture, which is part of the Bachelor in Computer Management and Information Systems Engineering. In the paper the main elements to consider in every implementation such as specific and transversal skills to be acquired by the students are explained, so that the topics and the results of learning to achieve and evaluate are made explicit. The structuring problem and its division into sub-problems and achievements are detailed, these being highly satisfactory for both the students in general and for teachers.

Keywords: Problem Based Learning (PBL), Active Learning Methodologies

1. Introducción

Las metodologías activas de aprendizaje (Eragin, 2012; Bonwell, C., Eison, J., 1991; Felder, R.M., Brent, R., 2009; Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K.A., 2006) otorgan un papel fundamental al estudiante en el proceso formativo, ya que el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje depende en gran medida de la actitud de implicación y responsabilidad que desarrolle hacia el mismo. El proceso de aprendizaje está centrado y dirigido por el estudiante, siempre en interacción con el profesor y entre el resto de estudiantes. Se han reportado numerosas ventajas de dichas metodologías activas, como son una mayor implicación, motivación e interés del estudiante, una mayor interiorización de los conocimientos adquiridos, un mayor desarrollo de competencias profesionales y transversales, una mayor integración y relación de los nuevos conocimientos con otros anteriores y una menor tasa de abandono de los estudios.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Barrón, B., 1998; Barrows, H.S., 1986; Duch, B.J., Groh, S.E., Allen, D.E. 2001; Morales, P., Landa, V., 2004; Eragin, 2012) se enmarca dentro de las metodologías activas de aprendizaje. La principal característica de este método de abordar el aprendizaje activo consiste en que se plantea un problema vehicular al alumnado, sirviendo para generar la demanda por parte del mismo de una serie de conocimientos y competencias directamente relacionados con el área técnica objeto del aprendizaje. El problema vehicular se denomina *problema estructurante*, y se formula teniendo en cuenta que debe ser posible dividirlo en varios subproblemas perfectamente secuenciados y articulados entre sí, de modo que a través de la resolución de los mismos, el alumnado alcanza los resultados de aprendizaje planteados.

En este artículo se van a recoger los aspectos más relevantes acerca del diseño e implementación relativos a la experiencia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) llevada a cabo sobre una parte de la asignatura de Arquitectura de Computadores del Grado en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información, titulación impartida en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU). Esta experiencia se ha llevado a cabo en el citado centro entre otras (Lopez-Guede, J.M., Grana, M, Larranaga, J.M., Oterino, F., 2013; Lopez-Guede, J.M., Grana, M, Oterino, F., Larranaga, J.M., 2013), dada la creciente sensibilidad que hay en el mismo hacia la exploración de nuevos métodos de abordaje de la enseñanza. En este caso concreto, se ha contado con el soporte y el asesoramiento del programa ERAGIN (Programa de formación del profesorado en metodologías activas de enseñanza) de la Universidad del País Vasco (Eragin, 2012) a lo largo del curso académico 2012/2013. Tal y como se podrá observar a lo largo del desarrollo del artículo el desarrollo de la implantación consta de una serie de pasos muy bien definidos y sistematizados, de modo que el logro de unos buenos resultados bajo unas condiciones controladas está casi garantizado. Cabe destacar que desde la implantación de esta metodología en la asignatura de Arquitectura de Computadores se ha venido utilizando dado el alto nivel de satisfacción alcanzado en los resultados.

La estructura del artículo es la siguiente. En la segunda sección se contextualiza la experiencia desde varios puntos de vista. El subproblema estructurante utilizado como vehículo en la experiencia, así como los subproblemas en los que se divide se describen en la sección tercera. La siguiente sección recoge las competencias, objetivos y resultados de aprendizaje abordados, mientras que la quinta sección aborda el siempre difícil problema de la evaluación de

las actividades realizadas por parte del alumnado. Finalmente, la sexta y última sección valora los resultados obtenidos y resume las conclusiones relativas a la experiencia.

2. Contextualización de la experiencia

La asignatura en el Plan de Estudios

La asignatura pertenece al Grado en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información, titulación impartida en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU). La asignatura es obligatoria de 6 créditos ECTS y se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso. Esta asignatura es la última del submódulo denominado Estructura y Arquitectura de Computadoras, y pertenece al mismo junto con otras dos asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS denominadas Principios de Diseño de Sistemas Digitales y Estructura de Computadores. En la tabla 1 se muestran las modalidades docentes de la asignatura y la distribución horaria de las mismas.

Tabla 1. Modalidades docentes

	Magistral		Prácticas de Laboratorio		TOTAL	
	Total	Semanal	Total	Semanal	Total	Semanal
Horas de docencia presencial	30	2	30	2	60	4
Horas de actividad no presencial del alumno	45	3	45	3	90	6
TOTAL	75	5	75	5	150	10

Competencias específicas

Con respecto a las competencias, éstas no han sido especificadas por asignatura en la memoria verificada del grado, sino por módulo. En este caso, el módulo donde está incluida la

asignatura es el “M02-Común a la Rama de Informática”, y las competencias específicas del módulo con las que se identifica la asignatura (parcialmente en el segundo caso) serían las siguientes:

CRI.9. - Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.

CRI.14. - Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

Competencias transversales

Dado que tampoco se han especificado en la citada memoria las competencias transversales, la Comisión de Calidad del Centro elaboró un documento de “Orientación para el Trabajo en la Mejora y Acreditación de las Titulaciones”, donde se recomienda trabajar ciertas competencias transversales. De ellas, a criterio del profesor parece oportuno trabajar las siguientes:

- Comunicación escrita
- Capacidad de innovación y creatividad
- Aprendizaje autónomo

Resultados de aprendizaje

Nuevamente se da la circunstancia de que en la memoria verificada del grado los resultados de aprendizaje se encuentran recogidos a nivel de módulo y no de asignatura. Aquellos que a criterio del equipo docente mejor se identifican con la asignatura son los siguientes:

- Aplicar el conocimiento de las materias comunes a la Ingeniería Informática en la comprensión de complejas problemáticas propias de la ingeniería y en el posterior aprendizaje de teorías más avanzadas.
- Resolver los problemas propios de las materias comunes a la Ingeniería Informática mediante el análisis cualitativo y cuantitativo, el planteamiento de hipótesis acerca de la influencia de los parámetros, y la propuesta de soluciones utilizando los modelos apropiados.
- Elaborar trabajos e informes escritos y orales: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados (utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología) específicos de la Ingeniería Informática.
- Desarrollar diseños y proyectos en el ámbito de la Ingeniería Informática.
- Aplicar los principios y métodos de calidad en el desarrollo de soluciones informáticas.
- Formular ideas, debatir propuestas y adoptar decisiones en el marco del trabajo cooperativo.
- Desarrollar el espíritu crítico.

Temario de la asignatura

El temario de la asignatura se estructura mediante cuatro grandes bloques, tal y como se recoge en la tabla 2.

Tabla 2. Temario de la asignatura

Tema	Título	Descripción	Modalidad
1	Memoria Cache	Se analizan los parámetros más importantes de diseño de la Memoria Cache. Se estudia sobre programas reales la importancia de tener en cuenta la Memoria Cache a la hora de programar. Se analizan algunas	Magistral

		optimizaciones de los compiladores.	
2	Procesador Segmentado Lineal	Se construye un procesador sementado lineal. Se presentan algunas optimizaciones de los compiladores que mejoran el rendimiento del procesador.	Magistral
3	Instrucciones SIMD	Se analizan las instrucciones SIMD de bajo nivel: operaciones con pequeños vectores soportados por las unidades funcionales de los procesadores convencionales. Se presentan ejemplos prácticos de programas para procesadores tipo PC.	Magistral
4	Introducción al Paralelismo	Se introducen distintos tipos de paralelismo, así como su soporte hardware como software. Se analizan programas con paralelismo extraído por el compilador y especificado directamente por el programador.	ABP

Cabe destacar que la experiencia de APB se ha llevado a cabo únicamente con respecto al cuarto y último tema de la asignatura, abarcando aproximadamente el 25% de la misma.

3. Problema estructurante y subproblemas

Problema estructurante

La pregunta general que define el problema estructurante es la siguiente:

¿Hoy día, cómo se podría tener más potencia de cálculo computacional con el mismo hardware?

Para ayudar a matizarlo, la redacción del problema estructurante propuesto es la siguiente:

Has sido contratado por una empresa de ingeniería para resolver un problema de dimensionamiento de la misma en cuanto a capacidad de cálculo se refiere. La empresa de ingeniería fue fundada hace unos años (en plena época de la burbuja), bajo unas estimaciones de desarrollo de proyectos y de crecimiento. Debido a la crisis, las estimaciones y expectativas de

crecimiento no se han visto cumplidas, por lo que los recursos económicos disponibles para infraestructura no han evolucionado al alza como estaba previsto. Concretando más, son las estimaciones de desarrollo de proyectos las que no se han cumplido. Sin embargo y a pesar de ello, las necesidades de cálculo vinculadas a los mismos han aumentado porque hay que hacer un mucho mayor número de licitaciones y debido a la gran competencia del mercado en estas épocas, dichas licitaciones tienen que estar mucho mejor planteadas, para lo que son necesarios muchos y más detallados estudios previos en cada licitación. Este hecho repercute en que el departamento de ingeniería necesita hacer muchas más simulaciones y cálculos, lo que ha disparado sus necesidades en cuando a potencia de cálculo se refiere, pero con el gran inconveniente de no tener recursos económicos para comprar nuevos equipos ni para mantenerlos (electricidad, averías, refrigeración, sistemas de backup, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.). Por ello, te piden que analices la situación actual y plantees si es posible ampliar la potencia de cálculo de la ingeniería con el equipamiento actual de ordenadores.

Subproblemas

A continuación se presenta la descomposición del problema estructurante en varios subproblemas cuya resolución conjunta y debidamente secuenciada, ayudará a resolver el problema estructurante general:

Subproblema 1: *¿En qué me tengo que fijar para estimar cualitativamente el potencial de cálculo de una máquina o un conjunto de máquinas?*

Con este subproblema se trata de que los alumnos se planteen qué características son las más relevantes a la hora de determinar la capacidad de cálculo de una máquina, al menos a un nivel cualitativo. También se trata de que se planteen qué características y topologías de un grupo de máquinas es más conveniente.

Subproblema 2: *¿Cómo determino si una carga de trabajo es paralelizable?*

Con este subproblema se trata de que los alumnos se planteen qué características hacen que una carga de trabajo sea paralelizable o no.

Subproblema 3: *¿Cómo puedo paralelizar una carga de trabajo?*

Con este subproblema se trata de que los alumnos se planteen cómo diseñar una carga de trabajo para que ésta sea paralelizable. También que indaguen qué posibilidades existen hoy en día para llevar a cabo su ejecución del modo más conveniente.

En la tabla 3 se relaciona cada uno de los subproblemas con el contenido específico del temario a desarrollar mediante ABP:

Tabla 3. Descomposición en subproblemas del problema estructurante

SUBPROBLEMA	TEMARIO TEMA 4
¿En qué me tengo que fijar para estimar cualitativamente el potencial de cálculo de una máquina o un conjunto de máquinas?	Análisis de máquinas
¿Cómo determino si una carga de trabajo es paralelizable?	Análisis de aplicaciones
¿Cómo puedo paralelizar una carga de trabajo?	Paralelización

4. Competencias, objetivos y resultados de aprendizaje abordados mediante ABP

La relación existente entre las competencias, los objetivos y los resultados de aprendizaje que atañen al problema estructurante formulado se recoge en la tabla 4.

5. Evaluación de las actividades

En la tabla 5 se muestran las puntuaciones máximas obtenibles mediante cada uno de los entregables de los tres subproblemas, alcanzándose una puntuación máxima total de 9,3 puntos sobre 10 para el Tema 4. Los restantes 0,7 puntos se obtienen en base a las observaciones del profesor a lo largo del desarrollo de actividades de entidad menor.

Tabla 4. Competencias, Objetivos y Resultados de aprendizaje implicados en el problema

COMPETENCIAS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CRI9: Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.	OA1: Saber aplicar el conocimiento de las materias comunes a la Ingeniería Informática en la comprensión de complejas problemáticas propias de la ingeniería y en el posterior aprendizaje de teorías más avanzadas.	RA1: El estudiante será capaz de enumerar y describir a nivel estructural y funcional los distintos bloques funcionales de una arquitectura de computador.
CRI14: Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real (únicamente en lo relativo a la programación paralela).	OA2: Saber distinguir los elementos funcionales de una arquitectura de computador.	RA2: El estudiante será capaz de elaborar trabajos e informes escritos y orales, expresando adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados (utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología) específicos de la Ingeniería Informática.
CT1: Comunicación escrita	OA3: Saber aplicar técnicas de programación paralela.	RA3: El estudiante será capaz de distinguir e identificar situaciones donde sean aplicables técnicas de programación paralela.
CT2: Capacidad de innovación y creatividad	OA4: Saber localizar información de fiabilidad contrastada.	RA4: El estudiante será capaz de adaptar ciertas tareas al paradigma de la programación paralela.
CT3: Aprendizaje autónomo	OA5: Desarrollar el espíritu crítico.	RA5: El estudiante será capaz de formular ideas, debatir propuestas y adoptar decisiones.

Tabla 5. Puntuaciones obtenibles mediante entregables

Subprbl.	Valoración subproblema en el tema	Actividad/ Entregable	% valoración entregable en la actividad	% valoración entregable en el tema	Puntos entregable en el tema
1	20%	(A8) Preparación exposición oral	50%	10%	1,0
		(A9) Exposición oral	40%	8%	0,8
2	20%	(A8) Preparación exposición oral	50%	10%	1,0
		(A9) Exposición oral	40%	8%	0,8
3	60%	(A10) Aplicación de los aprendido al subproblema	50%	30%	3,0
		(A11) Realización de un informe escrito	20%	12%	1,2
		(A12) Preparación exposición oral	15%	9%	0,9
		(A13) Exposición oral	10%	6%	0,6
Total puntos obtenibles en base a entregables					9,3

6. Valoración de resultados

Tras la experiencia de ABP llevada a cabo, la valoración por parte del equipo docente de la asignatura es positiva en un doble sentido. Por una parte, se detectó que parte del alumnado se fue desmarcando y descolgando de la asignatura (no asistiendo a clase) a lo largo de los temas 1, 2 y 3 previos al tema desarrollado mediante ABP. Gracias al enfoque de ABP con el que se planteó el último y cuarto tema, gran parte del alumnado que había dejado de asistir (o tenía una asistencia muy intermitente) a las clases volvió a asistir de modo regular. Por otra parte, todos los asistentes jugaron un papel mucho más activo en el desarrollo de las clases que el que habían jugado a lo largo de los tres temas precedentes de la asignatura.

No obstante, la valoración que de la experiencia llevada a cabo tenga el alumnado es sin duda mucho más valiosa que la que de ella pueda tener el profesor, ya que ellos son los protagonistas en esta modalidad de aprendizaje. Del análisis de los resultados de la encuesta oficial de la Universidad del País Vasco, encuesta que se rellena de modo anónimo el último día lectivo de la asignatura valorando sobre un máximo de 5 puntos aspectos relativos a diversas dimensiones, se desprende que para todos los aspectos se obtiene una opinión más que positiva por parte del alumnado, llegando incluso a una nota de 4,2 en el apartado final de satisfacción general.

Por todo ello, se desprende que desde el punto de vista de los dos principales actores (alumnado y profesorado) la experiencia ha sido totalmente positiva.

Referencias

- Bonwell, C., Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. (AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, D.C.: Jossey-Bass.
- Felder, R.M., Brent, R. (2009). Active Learning: An Introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2(4)
- Barrows, H.S. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20/6, 481–486.
- Barrón, B. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 271-311.
- Duch, B.J., Groh, S.E., Allen, D.E. (2001). *The Power of Problem Based Learning*. Stylus.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K.A. (2006). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Minnesota: Interaction Book Company.
- Lopez-Guede, J.M., Grana, M, Larranaga, J.M., Oterino, F. (2013). Educational innovation project in the field of Industrial Informatics. *Proceedings of 4th World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership (WCLTA)*. Barcelona.
- Lopez-Guede, J.M., Grana, M, Oterino, F., Larranaga, J.M. (2013). Retrospective Vision of a Long Term Innovative Experience *Proceedings of 4th World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership (WCLTA)*. Barcelona.
- Morales, P., Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Eragin (2012). Programa de formación del profesorado en metodologías activas de enseñanza. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Recuperado de <http://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin>