



II JORNADAS DE INNOVACIÓN DOCENTE, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA 2008

COMPARATIVA ENTRE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

José A. Domínguez Navarro

Profesor Titular de Universidad, / C.P.S.

Eva-Sara Carod Pérez

Profesor Titular de Universidad, / C.P.S.

María Jesús Velilla Marco

Profesora Colaboradora, / E.U.I.T.I.

Síntesis:

Tanto el aprendizaje basado en problemas como el aprendizaje orientado a proyectos son dos tendencias del aprendizaje constructivista que se han utilizado ampliamente en el campo de la enseñanza técnica.

En este trabajo se presentan las experiencias de la aplicación de ambas tendencias en una misma asignatura.

Palabras clave

Aprendizaje constructivista, PBL, POL

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de convergencia universitaria europea en el que estamos inmersos supone un motivo para cuestionarse los métodos de aprendizaje y para reflexionar sobre la manera más adecuada de que los titulados adquieran la capacidad de aprendizaje continuo que la vida profesional les solicita en un entorno tan dinámico como el actual.

Muchos alumnos intentan adentrarse en el conocimiento científico mediante la memorización de ecuaciones y definiciones. Otros realizan análisis de problemas científicos con estrategias de razonamiento y metodologías superficiales (Carrascosa y Gil, 1985), o mediante razonamientos heurísticos cotidianos pero de poca rigurosidad para su aplicación a contenidos científicos (Pozo, Sanz, Gómez y Limón, 1991), y en ocasiones aplican estrategias metacognitivas para controlar la comprensión del problema erróneamente y por tanto no son conscientes de sus problemas de comprensión (Otero y Campanario, 1990; Campanario, 1995) (Baker, 1991).

Una enseñanza basada únicamente en la **transmisión de conocimientos** es claramente insuficiente, por lo que hay que indagar entre otras estrategias de enseñanza

para que se produzca un aprendizaje realmente significativo y se mejore la eficiencia del aprendizaje. Numerosos enfoques alternativos se han planteado para vencer las dificultades del proceso de aprendizaje. Un primer enfoque, durante los años 60 y 70, fue el **aprendizaje por descubrimiento** basado en la teoría de Piaget sobre el aprendizaje. En él se fomenta la actividad autónoma de los alumnos e incluso se llega a rechazar cualquier tipo de guía o dirección. Se presta escasa atención a los contenidos que se deben aprender frente al aprendizaje de las estrategias de pensamiento formal. Numerosos análisis críticos detectaron que se producía un aprendizaje disperso sin estructuración de los contenidos (Gil, 1983), que en muchos casos se confundía la mera manipulación con la participación activa, y que la aplicación de estrategias de pensamiento poco formadas (Rowell y Dawson, 1983) que llevaban a reforzar ideas previas erróneas (Driver, 1988). Por tanto, un enfoque de la ciencia demasiado inductivista está actualmente superado, y hay que recordar que el proceso del pensamiento formal no es independiente de los contenidos, y que por tanto, los contenidos sí son importantes a la hora de aprender (Hodson, 1994). También hay que señalar los aspectos positivos de este enfoque, ya que pone a los alumnos como responsables de su propio aprendizaje, y se insiste en enseñar a los alumnos a observar de forma crítica (Campanario, 1996).

Durante los años 70 y 80, se fueron desarrollando en las universidades de Linköping, Maastricht, Roskilde y Aalborg los fundamentos del aprendizaje basado en problemas PBL. Desde sus inicios el PBL se desarrolló a nivel pragmático y con importantes diferencias de una universidad a otra (Barrows, 1996). Fue en los años 90 cuando se reconsideró su fundamento teórico basado en la pedagogía de la experiencia de Dewey (Schmidt, 1995) y la educación a través del trabajo de Negt/Kluge. Sin embargo, han sido los principios de aprendizaje los que han dirigido el desarrollo del PBL: aprendizaje basado en la formulación de una problemática, que los procesos de aprendizaje sean dirigidos por los participantes, estén basados en la experiencia y en la actividad, sean interdisciplinarios, relacionen la teoría y práctica, y se realicen en grupo. Aunque superficialmente pueda parecer que es similar al aprendizaje por descubrimiento, las diferencias son muy importantes. No se espera que el alumno descubra los conocimientos, éstos son presentados a los alumnos a través de una selección y sucesión adecuada de los problemas (Birch, 1986). Se ha comprobado que este sistema supone mayor dedicación del profesor, y más preocupación por los aspectos motivacionales y actitudinales de la enseñanza. Además, puede chocar con los hábitos pasivos de parte del alumnado. Más que una solución definitiva, supone una propuesta de trabajo y experimentación.

En un primer apartado se comentan las diferencias y similitudes entre los distintos enfoques del PBL. A continuación se tratan distintos aspectos de su implementación. Finalmente se comenta un ejemplo de su aplicación y los resultados obtenidos.

2. DISTINTOS ENFOQUES DEL PBL

De las técnicas basadas en el aprendizaje constructivista se puede destacar: el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) (Schmidt, 1995), el Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL) (Kjersdam, 1994), y el Aprendizaje Basado en Casos (CBL) (Christensen, 1981).

En el PBL un pequeño grupo de alumnos se dedica a analizar y resolver un problema seleccionado por el profesor para alcanzar ciertos objetivos de aprendizaje. Se

pretende alcanzar una meta de aprendizaje concreta.

En el POL los estudiantes buscan soluciones a problemas complejos aplicando los conceptos y principios fundamentales aprendidos. Se pretende integrar distintos conocimientos para solucionar problemas complejos.

En el CBL los alumnos deben encontrar soluciones a una situación problemática de la vida real. Se pretende entrenar en la generación de soluciones.

Nos vamos a centrar en las dos primeras aproximaciones que se han extendido más en el ámbito de la ingeniería.

2.1 El Aprendizaje Basado en Problemas (modelo de Maastricht)

Cada semestre se divide en bloques temáticos de varias semanas. Cada bloque tiene un tema para el cuál se han planificado una serie de casos que los alumnos deben trabajar. Los casos intentan integrar práctica y teoría. Cada alumno elige el caso en el que trabajará.

Los alumnos se reúnen en grupos para analizar los casos con el profesor. El profesor facilita el trabajo y la comunicación del grupo, pero son los alumnos los que planifican y discuten las soluciones mediante un método de siete etapas: definir conceptos, definir problemas, analizar problemas, buscar explicaciones, formular objetivos de aprendizaje, buscar información adicional, y elaborar un informe. Hay un examen individual de cada alumno.

2.2 Aprendizaje Orientado a Proyectos (modelo de Aalborg)

Este modelo de trabajo se ha extendido particularmente en el ámbito de las ingenierías a nivel mundial. En Aalborg el trabajo por proyectos ocupa sobre el 50% del tiempo de aprendizaje, aunque en otras universidades este tiempo se reduce hasta un 20%. Una ocupación mayor del tiempo implica mayor complejidad del proyecto y una mayor integración de temáticas científico-técnicas alejadas. Por eso, se puede distinguir entre: el proyecto por disciplinas y el proyecto por problemáticas (Kolmos, 1996).

- En el proyecto por disciplinas, el tutor selecciona las disciplinas y los métodos profesionales que se utilizarán en el proyecto. Los grupos seleccionan la problemática y su solución dentro del marco indicado por el tutor.
- En el proyecto por problemáticas, el tutor delimita la problemática y los grupos pueden trabajar con disciplinas y métodos diferentes.

El aprendizaje basado en proyectos se planifica teniendo en cuenta los objetivos profesionales que se deben cubrir en la carrera. Debido a que la profundidad con la que se tratan los proyectos hace que no se pueda abarcar una visión amplia de los conocimientos, es necesario asegurar que los estudiantes sean capaces de cubrir sus posibles lagunas de contenidos. Las fases de la planificación del aprendizaje por proyectos son: objetivos y perfil profesional, temas y tipos de proyectos, propuestas de proyectos, realización del proyecto, y evaluación de los logros de aprendizaje.

Objetivos y perfil profesional. Es necesario considerar objetivos en todas las fases de la realización del proyecto para poder aprovechar toda su potencialidad, tanto en la planificación, como en su realización y en su evaluación.

Temas y tipos de proyectos. El tema es el marco en el que se desarrolla el proyecto y viene delimitado por los objetivos, por las disciplinas y métodos profesionales.

Propuestas de proyectos. Deben motivar a los alumnos por lo que pueden ser presentadas por los mismos alumnos, aunque en ocasiones prefieren que se las den. No obstante, es fundamental que no se indique el proceso de análisis para que los alumnos puedan formular alternativas y desarrollar su autonomía.

Realización del proyecto. Los alumnos tienen autonomía para planificar, proponer alternativas de solución, y tomar decisiones. Es necesario que aprendan a comparar el proceso de realización del proyecto con su planificación, y a revisar los resultados parciales para corregir sus errores y la calidad de su trabajo. El tutor debe asesorar y motivar en la realización del proyecto.

Evaluación de los logros del aprendizaje. Una vez finalizado el proyecto se valora conjuntamente (alumnos y tutor) los resultados y el proceso realizado (errores, éxitos, rendimiento, etc.).

3. EXPERIENCIA REALIZADA

En la asignatura de “Máquinas eléctricas II” del noveno semestre de Ingeniería Industrial se ha utilizado en los tres últimos años distintas experiencias aplicando el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje orientado a proyectos. Es un grupo pequeño de unos doce estudiantes que han elegido la asignatura optativa dentro de la mención de Sistemas Eléctricos. En los dos primeros años se utilizó el aprendizaje basado en problemas y en el último año se utilizó el aprendizaje orientado a proyectos.

3.1 Objetivos y competencias

Dentro de los objetivos y competencias que se pretende que adquieran los alumnos hemos considerado algunas competencias horizontales ya que en breve tendrán que enfrentarse al mundo laboral. Algunas de estas competencias son.

- Análisis y planteamiento de problemas.
- Trabajo en grupo.
- Trabajo con material en inglés.
- Autonomía y búsqueda de soluciones.
- Trabajo con herramientas de simulación.
- Comprensión del comportamiento de las máquinas.

3.2 Planteamiento

El aprendizaje basado en problemas se implementaba de forma que en cada tema los alumnos en grupos tenían que resolver problemas relacionados con los contenidos del tema a través de un programa de simulación. Los problemas estaban muy definidos y se les indicaba qué tenían que analizar y con qué técnicas.

El aprendizaje orientado a proyectos se planteaba muy abierto. Los alumnos

elegían el proyecto con la única restricción de que se trabajara con máquinas eléctricas.

3.3 Proceso del PBL

Se hacían grupos de 3 alumnos y a cada grupo se le asignaba unos problemas diferentes, un problema sobre cada tipo de máquina eléctrica, cuatro en total.

En cada problema era necesario construir un modelo con el programa de simulación y contestar a una serie de preguntas en las que debían simular el comportamiento del modelo y encontrar una explicación teórica a dicho comportamiento.

Los alumnos disponían de documentación en inglés en donde se explicaban los modelos y hacían una práctica en la que aprendían el funcionamiento del programa de simulación.

Las clases se desarrollaban en una aula informática y como eran pocos grupos, las dudas y las explicaciones se realizaban en los grupos conforme las iban necesitando.

Finalmente entregaban un informe con el trabajo realizado.

3.4 Proceso con POL

Los grupos eran de cuatro miembros y cada grupo elegía el proyecto libremente. La única restricción era que el tema girara en torno a las máquinas eléctricas.

Cada grupo se planificaba el trabajo y buscaba información para realizar el proyecto. El tutor seguía el proceso e iba suministrando la información que le era requerida o que iban necesitando. Los alumnos trabajaban en una aula informática.

Finalmente los alumnos tenían que presentar un informe con el trabajo realizado y la simulación del sistema, y hacer una presentación oral.

3.5 Evaluación

El proceso y la participación de los alumnos en el grupo se evaluaba mediante observación del tutor.

Los resultados obtenidos se evaluaban mediante el informe presentado, con preguntas individuales sobre el informe y en el caso del proyecto, además, por la presentación oral.

4. CONCLUSIONES

La satisfacción de los alumnos ha sido superior en el POL, en contraposición con la apariencia durante el desarrollo del proyecto. Es decir, en el PBL los alumnos sabían mejor lo que tenían que hacer, en el POL estaban más perdidos y la impresión que transmitían era negativa; sin embargo al finalizar estaban más contentos con el trabajo realizado los del POL.

En el PBL se conseguía una comprensión más extensa del temario y con mayor profundidad.

En el POL se conseguía una mayor autonomía y que los alumnos analizaran y plantearan soluciones propias.

La habilidad adquirida con el programa de simulación era mayor en el PBL, ya que se enfrentaban a distintos problemas.

En el POL se necesita más tiempo, sin embargo los alumnos están más motivados y se adquieren competencias de nivel superior.

Referencias bibliográficas

1. CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, pp. 113-120.
2. POZO, J.I., SANZ, A., GÓMEZ, M.A. y LIMÓN, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9, pp. 83-94.
3. OTERO, J.C. y CAMPANARIO, J.M. (1990). Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, pp. 447-460.
4. CAMPANARIO, J.M. (1995). Los problemas crecen: a veces los alumnos no se enteran de que no se enteran. *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*, 6, pp. 87-126. Zaragoza: ICE. Universidad de Zaragoza.
4. BAKER, L. (1991). Metacognition, reading and science education, en Santa, C.M. y Alvermann, D. (eds.), *Science learning: Processes and applications*. Newsdale, Delaware: International Reading Association.
5. GIL, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, pp. 26-33.
6. ROWELL, J.A. y DAWSON, C.J. (1983). Laboratory counter examples and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education*, 4, pp. 299-309.
7. DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp. 109-120.
8. HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, pp. 299-313.
9. CAMPANARIO, J.M. (1996). Using Citation Classics to study the incidence of serendipity in scientific discovery. *Scientometrics*, 37, pp. 3-24.
10. BARROWS, H.S. y TAMBLYN, R.M. (1980). *Problem-based learning*. Nueva York: Springer Verlag.
11. SCHMIDT, K.G. (1995). Problem-based learning: An introduction. *Instructional Science*, 22, pp. 247-250.
12. BIRCH, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Studies in Higher Education*, 11, pp. 73-82.
13. SCHMIDT, K.G. (1995). Problem-based learning: An introduction. *Instructional Science*, 22, pp. 247-250.
14. KOLMOS, A. (1996). «Reflections on Project Work and Problem-based Learning». *European Journal of Engineering Education*, vol. 21, nº 2, p. 141-148.
15. CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, nº 2, p. 179-192.
16. KOLMOS, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educación*, vol. 33, p. 77-96.
17. CHRISTENSEN, C.R. and HANSEN, A.J. (1981). Teaching and the Case Method. *Boston: Harvard Business School Publishing Division*.
18. KJERSDAM, F. and ENEMARK, S. (1994). The Aalborg Experiment: project innovation in university education. *Aalborg: Aalborg University Press*.