

INTEGRANDO DISCIPLINAS EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

P. Ruiz de Arbulo¹, G. Insunza¹, A. Lopez-Uriónabarrenechea², M.N. Azpiazu², E. Sáez de Cámara²

¹Dpto Organización de Empresas, ETSI de Bilbao (UPV/EHU), patxi.ruizdearbulo@ehu.es

²Dpto Ingeniería Química y del Medio Ambiente, ETSI de Bilbao (UPV/EHU)

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de forma integrada y simultánea en tres asignaturas de distintas áreas de conocimiento del 2º curso del Grado en Ingeniería Ambiental. La experiencia se ha llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de Bilbao (UPV/EHU) en el curso académico 2013/14. Los estudiantes, organizados en equipos, han analizado un problema propio de su futura labor profesional desde las perspectivas de las asignaturas implicadas y han elaborado un informe razonado sobre la posición adoptada, las alternativas contempladas y las soluciones técnicas de la propuesta. La aplicación de la metodología ha aumentado significativamente el ratio presentados/matriculados en las tres asignaturas, que resulta de un aumento de la motivación. Además, la tasa de rendimiento (aprobados/matriculados) de las tres asignaturas es superior a la tasa de rendimiento promedio del 2º curso del grado. Los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción revelan que el 78% del alumnado implicado repetiría la experiencia y afirma que le ha servido bastante para desarrollar competencias necesarias en la práctica profesional. Asimismo el 100% del alumnado considera que el sistema de evaluación del ABP ha sido adecuado.

Palabras clave: ABP; tarea multidisciplinar; trabajo en grupo; trabajo cooperativo.

1 INTRODUCCIÓN

Los estudios oficiales de Ingeniería Ambiental, aunque de amplia tradición e implantación en la mayoría de los países de la Unión Europea y EEUU, son muy recientes en España. Su creación, en 2011, surgió de la necesidad de formar profesionales con una visión integral del medio ambiente, necesaria para abordar problemas que requieren un análisis completo e integrado de todos los elementos implicados y el planteamiento de soluciones globales. Estas características propias de la Ingeniería Ambiental (multidisciplinar e interdisciplinar) hacen que la formación de estos graduados suponga un gran reto. El plan de estudios del Grado en Ingeniería Ambiental que se oferta en la ETSI de Bilbao es una herencia de la antigua división de las ingenierías superiores y relega la aplicación integrada de los conocimientos adquiridos, en el mejor de los casos, al último curso y al Trabajo Fin de Grado (TFG). Los resultados obtenidos en los primeros cursos de implantación han aportado evidencias de que este planteamiento deriva en la desmotivación de los alumnos y en una elevada tasa de abandono en los primeros cursos, además de provocar una habilidad insuficiente para detectar y analizar problemas complejos así como para transferir lo aprendido a diferentes contextos. Estos resultados coinciden con los documentados por diversos estudios de investigación en enseñanza de la ingeniería empleando este tipo de planteamientos y metodologías de enseñanza-aprendizaje no activas [1-2].

Ante las deficiencias de una enseñanza universitaria basada en la separación entre el conocimiento y su aplicación, diferentes universidades (McMaster University, Roskilde University, Aalborg University, Twente University, etc.) han desarrollado diseños alternativos de currículos basados en la resolución de problemas y proyectos. Los nuevos planteamientos tienen como objetivo favorecer un aprendizaje activo y colaborativo que suministre oportunidades a los estudiantes para adquirir las habilidades propias de la profesión. Entre las ventajas del uso de este tipo de estrategias metodológicas, la investigación educativa destaca las siguientes [3-5]: 1) aumento de la motivación, interés e implicación de los estudiantes, 2) reducción del tiempo de finalización de los estudios y menor tasa de abandono, 3) mayor habilidad en aplicar y retener los conocimientos adquiridos, 4) mayor desarrollo de habilidades y competencias profesionales y 5) mejora en el establecimiento de conexiones entre la teoría y la aplicación, entre el conocimiento previo y el que se va aprendiendo, y mayor integración de los conocimientos entre diferentes disciplinas. A la vista de que estas ventajas son precisamente las

necesidades diagnosticadas en el Grado en Ingeniería Ambiental y ante la necesidad personal y social de mejorar la práctica docente, un equipo docente integrado por profesores de tres asignaturas del segundo curso del mencionado grado hemos optado por la implantación de una metodología activa y cooperativa. Se ha seleccionado un problema complejo, interdisciplinar y con soluciones múltiples, cuyo planteamiento presenta un destacado carácter innovador ya que las asignaturas involucradas en el abordaje y resolución del mismo pertenecen a áreas de conocimiento muy dispares. Este trabajo presenta el desarrollo de la experiencia, los resultados obtenidos y las principales conclusiones extraídas del primer año de implantación de esta experiencia.

2 METODOLOGÍA

Se ha implantado de forma integrada y simultánea la metodología ABP en las asignaturas *Geología y Edafología*, *Economía y Organización de Empresas*, y *Ecología*, todas ellas de carácter obligatorio y adscritas al 2º cuatrimestre del 2º curso del Grado en Ingeniería Ambiental de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao (UPV/EHU) en el curso académico 2013/14. El problema planteado obliga a los estudiantes, en su papel de técnicos ambientales, a estudiar las distintas alternativas para gestionar los residuos sólidos urbanos de una mancomunidad. Los alumnos deben analizar el problema desde las perspectivas de las asignaturas implicadas (análisis ecológico, económico, edafológico y geológico) y elaborar un informe razonado sobre la posición adoptada, las alternativas contempladas y las soluciones técnicas de la propuesta adoptada. El problema se acompaña de una serie de datos básicos que permite al alumno comprender la dimensión que debe abarcar la solución y guiarles a la búsqueda de la misma.

En la presentación del problema, los profesores organizamos a los estudiantes en equipos de trabajo y establecimos los plazos para su resolución progresiva. Concretamente, los alumnos dispusieron de un período de 10 semanas en el que fueron posibles, a elección de ellos mismos, realizar dos consultas mensuales a una alumna de 4º curso del grado, que participó en la experiencia, y dos tutorías presenciales con los profesores de cada asignatura. En la primera tutoría, fijada en la semana 3, los alumnos debían demostrar que habían comprendido el problema y habían contemplado las alternativas posibles, eligiendo una de ellas. Esto se tradujo en forma de elaboración de un breve índice en el que los alumnos explicaron a los profesores la solución que defenderían y la estructura básica de los análisis involucrados (análisis ecológico, económico, edafológico y geológico). También se abrió la posibilidad de solicitar a los profesores datos más específicos de cada una de las áreas implicadas. La segunda tutoría se realizó en la semana 7 y se empleó para que los alumnos plantearan dudas concretas que les fueron surgiendo en el desarrollo de cada uno de los apartados. En esta tutoría, el informe debía estar en un estado avanzado y la consulta se debía centrar en dudas puntuales. La entrega de los informes se realizó en la semana 10. La solución final planteada fue defendida ante un tribunal compuesto por los profesores de las asignaturas en la semana 11.

A la realización y defensa de este informe se le otorgó un peso entre el 15 y el 20% de la nota final (en función de la asignatura) y fue de carácter obligatorio. La evaluación del mismo se dividió en un 70% el informe escrito y un 30% la presentación oral. El informe escrito fue evaluado independientemente por los tres profesores de las asignaturas. Para ello, se acordaron una serie de criterios de corrección comunes (rúbricas), si bien en el ámbito técnico cada profesor se centró en su materia. La presentación oral, por el contrario, fue evaluada de forma conjunta y se calificó con una nota única acordada por los tres profesores. La nota del ABP se calculó como la media aritmética de la nota del informe y la de la presentación. La nota final de cada alumno en las asignaturas implicadas se obtuvo de la aplicación de todas las herramientas de evaluación de cada una de ellas, como los son, aparte del ABP, los informes de prácticas y el examen final. El grado de satisfacción de los alumnos en la experiencia se evaluó con una serie de encuestas realizadas al final de la misma.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Grado de satisfacción del alumnado con el ABP

De la encuesta inicial, realizada a la totalidad de los alumnos, se pudo deducir que el interés por las tres asignaturas de cara a la utilidad de las mismas para su futura profesión era medio-alto. La misma consideración les merecía la posibilidad de desarrollar habilidades de comunicación, toma de decisiones, autonomía para aprender y capacidad de trabajo en grupo. Por último, consideraban media la posibilidad de obtener un notable como calificación final en las asignaturas en las que se llevó a cabo este proyecto multidisciplinar.

En la Figura 1 se muestran parte de los resultados de las encuestas realizadas al final del curso, después de la sesión de presentación del proyecto. El 75% de los alumnos valoraron la experiencia como bastante satisfactoria y el 13% como muy satisfactoria (gráfico izquierdo). El 63% cree que con esta metodología ha aprendido más y el 8% considera que ha aprendido incluso mucho más con la metodología convencional. Ningún alumno afirma que ha aprendido menos (gráfico central). De ellos, un 75% repetiría en otra ocasión la experiencia metodológica (gráfico derecha). El resultado más destacable fue que la totalidad del alumnado consideró que el sistema de evaluación había sido bastante adecuado a la metodología. Respecto a la contribución del ABP al desarrollo de competencias propias de la futura práctica profesional, mencionar que el 79% de los alumnos considera la metodología bastante adecuada, lo cual corrobora la impresión manifestada en la encuesta inicial de que las asignaturas son útiles para su futuro desarrollo profesional.

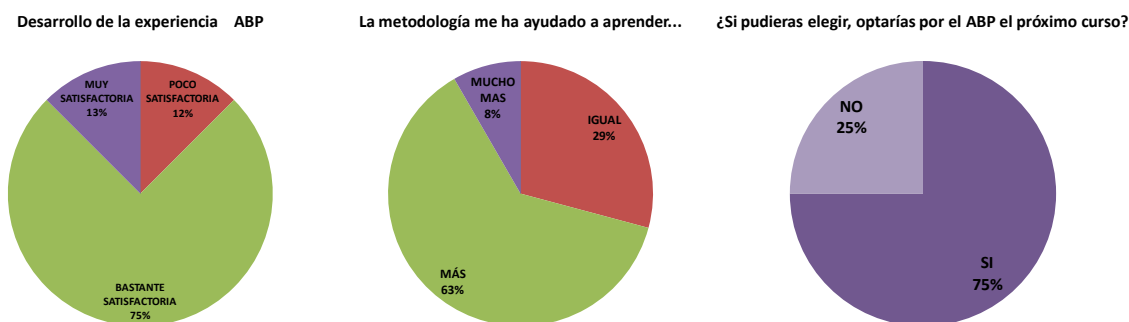


Figura 1. Resultados de las encuestas de satisfacción con la metodología.

En la Tabla 1 se recogen las respuestas sobre la posible mejora en determinadas competencias. Se les pidió que estimaran su nivel en la competencia antes y después de la experiencia con la metodología ABP, en una escala del 1 al 6. Los coeficientes de la columna “mejora” se han calculado como la media de las diferencias entre antes y después de la aplicación de la nueva metodología. Se puede concluir que piensan que ha habido una mejora en todas las competencias evaluadas siendo ésta mayor en las siguientes: *elaboración de informes técnicos* (+1.24), *diagnóstico de problemas ambientales* (+1.12) y *búsqueda y análisis de información* (+0.77).

Tabla 1. Opinión de los alumnos sobre la mejora en las competencias.

Competencia	Mejora
Búsqueda y análisis de información	0,77
Gestión eficaz del tiempo de estudio	0,14
Capacidad de aprender por mi mismo	0,42
Diagnóstico de problemas ambientales	1,12
Trabajo en equipo	0,52
Argumentación y análisis crítico	0,46
Comunicación oral	0,38
Elaboración de informes técnicos	1,24

3.2 Impacto del ABP en los resultados académicos

A la hora de extraer conclusiones sobre los resultados académicos se debe ser cauto, ya que hay múltiples factores que influyen en los mismos. A pesar de ello, sí es destacable la mejoría que se produce en el curso 2013/14 en la tasa de éxito (aprobados/presentados), tasa de rendimiento (aprobados/matriculados) u otros ratios como la asistencia, la participación activa en clase y la entrega de tareas e informes. En la Figura 2 se presenta la evolución del porcentaje de presentados sobre matriculados (convocatoria ordinaria + extraordinaria) en las tres asignaturas en las que se ha desarrollado la experiencia. La evolución corresponde a los tres últimos cursos académicos, que son todos los años en los que se ha impartido el 2º curso del nuevo Grado en Ingeniería Ambiental. Se

observa que la tasa de presentados sobre matriculados ha aumentado considerablemente en las tres asignaturas involucradas en la experiencia. Estos datos unidos a los resultados obtenidos en la encuestas de satisfacción corroboran que la experiencia ha conseguido motivar a los alumnos de forma significativa.

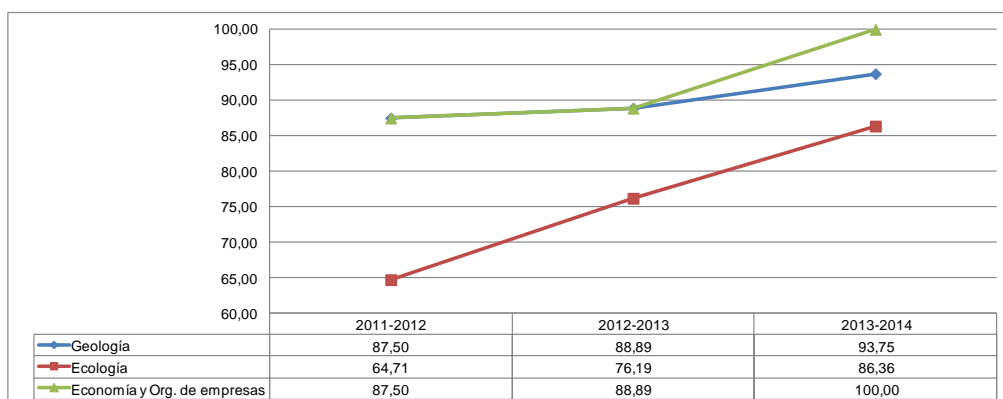


Figura 2. Evolución del porcentaje de presentados sobre matriculados

En la Figura 3 se presenta la evolución del número de aprobados sobre presentados (tasa de éxito) de las tres asignaturas que han participado en la experiencia. Se observa que en las asignaturas de Ecología y Economía las tasas de éxito han aumentado respecto a años anteriores. Estos datos cobran especial valor si consideramos además que la tasa de presentados sobre matriculados ha aumentado. La asignatura Geología se viene impartiendo de acuerdo a esta metodología ABP desde que se creó el Grado. Esto explica una ausencia en la mejoría de los resultados en el curso 2013/2014, que a pesar de todo son muy satisfactorias, igual que en los cursos precedentes. Cabe destacar que excluyendo estas asignaturas la tasa de éxito media del segundo curso de grado del curso 2013/14 en Ingeniería en Ambiental es del 87,95%, inferior a la de Ecología y Economía y muy cercana a la de Geología.

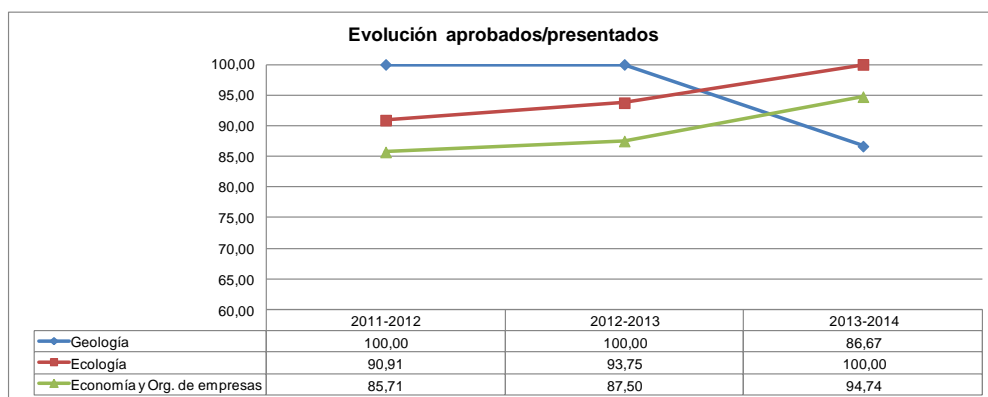


Figura 3. Evolución de la tasa de éxito (aprobados/presentados)

En la Figura 4, se presentan la evolución de las tasas de rendimiento (aprobados/matriculados). Se observa que en las asignaturas Economía y Ecología las tasas de rendimiento obtenidas en el curso 2013/14 son superiores a las obtenidas en años precedentes. Al igual que ocurre con los resultados de la Figura 3, la ausencia de mejoría en Geología se debe a que esta asignatura se viene impartiendo de acuerdo a la metodología ABP desde que se implantó el Grado en el curso 2011/2012. Sin embargo, a pesar de que en Geología la tasa de rendimiento es inferior a años precedentes, es superior a la tasa de rendimiento promedio del 2º curso del Grado (80,63%).

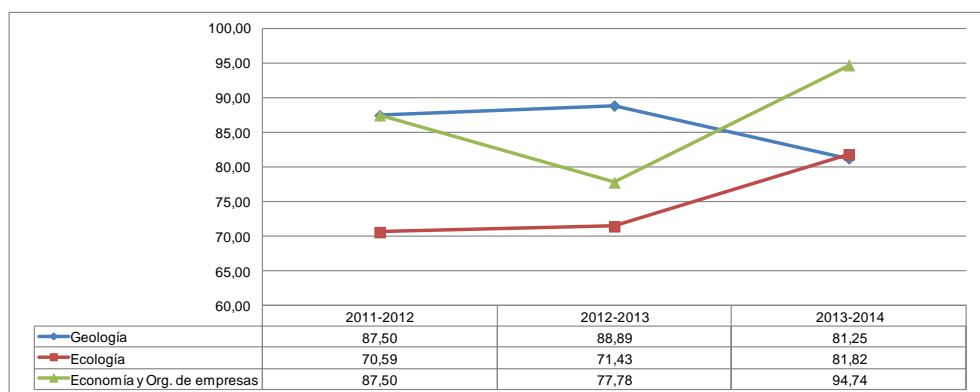


Figura 4. Evolución de la tasa de rendimiento (aprobados/matriculados)

En la Tabla 2 se muestran las calificaciones finales de las asignaturas implicadas en los tres últimos cursos académicos. Se observa que en las asignaturas Economía y Ecología se produce una mejora en las calificaciones finales respecto al curso anterior, siendo más parecidos al curso 2011/12 (primera promoción del Grado). Es destacable el aumento de notables en el curso 2013/14 en la asignatura de Ecología, que se sitúa en un 45,45%. En Economía y Geología se observa que el número de notables también ha aumentado con respecto al año 2012/13, acercándose a los niveles del 2011/12.

Tabla 2. Calificaciones finales de las asignaturas implicadas en los tres últimos cursos académicos.

	Geología			Ecología			Economía		
	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2011-2012	2012-2013	2013-2014
No presentados	12,50	11,11	6,25	35,29	23,81	13,64	12,50	11,11	0,00
Suspense	0,00	0,00	12,50	5,88	4,76	0,00	12,50	11,11	5,26
Aprobado	37,50	66,67	43,75	41,18	71,43	40,91	31,25	72,22	63,16
Notable	43,75	22,22	37,50	11,76	0,00	45,45	37,50	5,56	31,58
Sobresaliente	0,00	0,00	0,00	5,88	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00
Matrícula de Honor	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

4 CONCLUSIONES

Inicialmente, con la introducción del ABP, se han conseguido resultados positivos. Por una parte se han obtenido datos referentes al grado de satisfacción de los alumnos mediante encuestas. Los resultados obtenidos en las mismas revelan que el 78% del alumnado implicado repetiría la experiencia y afirma que le ha servido bastante para desarrollar competencias necesarias en la práctica profesional. Asimismo el 100% del alumnado considera que el sistema de evaluación del ABP ha sido adecuado. Respecto a los resultados académicos se debe ser cauto ya que es el primer año que se implanta esta metodología en las tres asignaturas de forma coordinada (en geología se lleva aplicando tres cursos académicos). A pesar de ello, se observan incrementos en las tasas de éxito así como de rendimiento, siendo estas superiores a las tasas medias de 2º curso de grado.

REFERENCIAS

- [1] Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas- CRUE. Información académica, productiva y financiera de las universidades españolas. Indicadores Universitarios. 2010. En <http://www.crue.org/Publicaciones/UJC.html>
- [2] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Datos y cifras del Sistema Universitario Español. 2013. En <http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/estadisticas-informes/estadisticas-informes-documentum/datos-cifras/2012-2013-datos-y-cifras-sistema-universitario-espanol.pdf>
- [3] Kolmos, A. Reflections on Project Work and Problem-based Learning. European Journal of Engineering Education, 21(2), 141-148 (1996).
- [4] Hmelo-Silver, C. E. Problem-Based Learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 16(3), 235-266 (2004).
- [5] Walker, A., & Leary, H. A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Levels. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 3(1), 6-28 (2009).