

# El aprendizaje basado en problemas en el Grado en Organización Industrial

**Problem based learning in the Industrial Organization Degree,**

**Errasti Lozares, N.<sup>1</sup>, Igartua Lopez, J.I., Zabaleta Etxebarria, N.**

**Abstract** The Polytechnic School of Mondragon has done a hard work last years to adapt its academic offer to the European Higher Education Area. This academic course, the first graduated promotion will be obtained. The new engineering degrees are characterized, among others, by the intensive use of active methodologies as a tool to achieve technical and general competencies. In that sense, the Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) is the main activity. This article presents the case of the Industrial Organization Degree, making a review of the different POPBL projects students develop during their first three academic years.

**Resumen (Castellano)** La Escuela Politécnica de Mondragón ha llevado a cabo la adecuación de su oferta académica al Espacio Europeo de Educación Superior en los últimos años, siendo este curso académico el que va a suponer la culminación de su implantación. Los nuevos grados se caracterizan, entre otras cosas, por estar soportados en el uso de metodologías activas para la adquisición de las competencias, siendo el Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) el elemento estrella. En este artículo, se presenta el caso de la Ingeniería en Organización Industrial, y se hace un recorrido por los diferentes proyectos POPBL que los alumnos desarrollan durante sus tres primeros cursos académicos.

**Keywords:** European Higher Education Area, Industrial Organization Degree, Competences, Project Oriented Problem Based Learning, Active methodologies;  
**Palabras clave:** Espacio Europeo de Educación Superior, Grado en Organización

---

<sup>1</sup> Nekane Errasti Lozares (✉)

Dpto. Mecánica y Producción Industrial. Escuela Politécnica Superior .  
MondragonUnibertsitatea. C/Loramendi nº 4, 20500 Arrasate (Gipuzkoa), Spain  
e-mail: nerrasti@mondragon.edu

Industrial, Competencias, Project Oriented Problem Based Learning, Metodologías activas

## 1.1 Introducción

Siguiendo las directrices del Real Decreto 1393/2007, en el que se regula la implantación de los nuevos estudios universitarios en España adaptados a las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior, Mondragon Goi Eskola Politeknikoa (MGEP), la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea, inicia un proceso de rediseño de los títulos para adaptarlos a los nuevos Grados.

MGEP viene desarrollando su actividad docente en el ámbito de titulaciones de Ingeniería Superior desde el año 1997 e Ingeniería Técnica desde el año 1968. A lo largo de estos años ha llegado a disponer de una oferta que consta de 5 titulaciones de ingeniería técnica y 4 titulaciones de ingeniería superior.

Desde el año 2000, y fiel a su filosofía innovadora, MGEP introdujo las metodologías activas dentro de su proceso de enseñanza aprendizaje, desarrollando para ello el proyecto Mendeberry. El principal objetivo de este proyecto fue capacitar a las personas para que aceptaran su propia formación, trabajaran en equipo, dirigieran proyectos, tomaran decisiones, negociaran y se comunicasen. Uno de los principales elementos de este proyecto fue la inclusión de los proyectos PBL (Problem based learning) en las diferentes titulaciones.

### *1.1.1. Rediseño de los grados; de las asignaturas a las competencias*

Las universidades europeas, tienen como uno de sus vectores principales, la definición de los Títulos de Grado con base en competencias, tanto específicas -propias de cada titulación- como genéricas o transversales, que tienen una alta consideración y valoración en los ámbitos laborales actuales.

Una de las primeras actuaciones desarrolladas en el proceso de rediseño es el análisis del contexto y los entornos profesionales receptores de los titulados, con el fin de identificar las necesidades y las funciones profesionales atribuibles a los futuros egresados. Esta información es de suma importancia en el proceso de diseño de los nuevos títulos, puesto que se trata de una información clave.

MGEP inicia el proceso de rediseño en el año 2007 para iniciar su implantación a partir del año 2008. Se inició con la definición de lo más general, el perfil profesional, para llegar a lo más concreto, que vienen a ser los resultados de aprendizaje. Éstos sirven para evaluar la adquisición las distintas competencias necesarias para responder a las funciones profesionales esperadas para cada perfil profesional.

A partir de la concreción del perfil profesional, las competencias y las materias y sus correspondientes resultados de aprendizaje, se comienza con el desarrollo de otros elementos considerados igualmente ejes principales del nuevo modelo educativo.

### ***1.1.2. Un modelo educativo basado en 6 ejes principales***

Tras un proceso de reflexión, consulta y mejora, se llegan a establecer los 6 ejes principales sobre los que se diseñarán los nuevos títulos de grado:

1. Un modelo basado en el desarrollo y adquisición de competencias y resultados de aprendizaje frente a un modelo basado en asignaturas (ya mencionado).
2. La evaluación continua y global del estudiante como herramientas clave para la evaluación de competencias. La evaluación se convierte en parte de proceso formativo.
3. La alternancia estudio-trabajo integrada en la organización académica.
4. La internacionalización de los estudios y de los proyectos fin de grado.
5. El uso de las metodologías activas de forma intensa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El cambio del rol del profesor y del alumno.
6. La formación trilingüe; euskera, español e inglés.

La evaluación continua se configura como herramienta de aprendizaje. Para ello, la evaluación como tal se complementa con actividades de retroinformación periódicas que suponen reuniones de seguimiento entre el alumno y el tutor.

La alternancia estudio-trabajo es una práctica habitual en MGEP, práctica que es impulsada desde años atrás. En el marco del nuevo modelo educativo, se entiende que el trabajo puede y de hecho contribuye de forma muy activa a la adquisición de una serie de competencias tanto técnicas como transversales, dependiendo del puesto de trabajo. Es por ello que esta práctica se integra en el proceso formativo, pasando a tener consideración de materia evaluable, e integrada en la evaluación continua anteriormente mencionada.

La internacionalización de los estudios es un elemento a potenciar por el valor que desde MGEP se entiende que una experiencia internacional aporta a los alumnos. En este sentido, el objetivo es que el mayor número de alumnos cuente con una experiencia internacional a lo largo de su paso por MGEP. Muy en línea con este eje se encuentra el sexto; la formación trilingüe. MGEP ha hecho una importante apuesta estratégica definiendo un modelo de formación trilingüe en el que gran parte del peso lo tiene el euskera (60%).

Como quinto eje se define la intervención didáctica en el aula, que se centra en el uso de metodologías activas que fomenten la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y ayude a desarrollar estrategias para el aprendizaje a lo largo de la vida. La metodología clave de MGEP es el aprendizaje basado en problemas orientados por proyectos interdisciplinarios. El objetivo es el de aprender haciendo o la enseñanza en acción (Kjersdam, 1994).

## 1.2 El POPBL como método de aprendizaje

Existe una creciente necesidad de que los graduados apliquen sus conocimientos y capacidades en entornos de trabajo orientados a proyectos (Traylor, 2003, Moore, 2003), de forma que cada vez es más necesaria la incursión de estas prácticas como parte integral de sus actividades de formación (Domblesky, 2009).

Las condiciones de un problema, así como las soluciones potenciales están condicionadas por la naturaleza única, compleja y flexible del contexto en el que se sitúa el problema. Las recetas para solucionar un problema, rara vez son transferibles de uno a otro contexto. Ello hace que sea imprescindible el desarrollo de cualidades personales, tanto a nivel individual como en grupo, para la conceptualización de los problemas; su reconocimiento, generación de estrategias de solución, implementarlas, y reflexionar continuamente sobre ello para adaptar la estrategia de implementación. Es importante que el problema se aproxime lo máximo posible al contexto del trabajo futuro del estudiante (Burdewick, 2003).

Según (Burdewick, 2003), y en base a estudios previos, no hay acuerdo en lo referente a contenidos y estructura de las formas de enseñanza y aprendizaje orientados a proyectos. Sin embargo, afirma que existen cuatro aspectos a considerar en el aprendizaje orientado a proyectos; la autonomía en el trabajo, la relevancia del aspecto práctico, el desarrollo de habilidades personales (las denominadas soft skills) y la cooperación entre la universidad y agentes que permitan introducir el aspecto práctico en el proyecto.

El proyecto POPBL, no sólo busca la obtención de una solución al problema planteado, sino que también busca la promoción de la creatividad de los alumnos (Bitsch, 2008). Estos proyectos se diseñan al objeto de completar su formación en base a una metodología centrada en el alumno (Hmelo-Silver, 2004) que de una forma autónoma (Grant, 2002), motivante y efectiva consigue que adquiera competencias, no sólo técnicas, sino que también transversales, como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el aprender a aprender o la toma de decisiones (Zubizarreta, 2009), que le van a ser de gran uso en su futuro profesional inmediato (Ruhizan, 2009, Domblesky, 2009).

## 1.3 Metodología

El presente artículo se dispone a describir el caso de aplicación de los proyectos POPBL como metodología activa en los estudios de ingeniería de Mondragon Goi Eskola Politeknikoa (MGEP) de Mondragón Unibertsitatea. En la actualidad, MGEP cuenta con 6 titulaciones de ingeniería, tres en el ámbito de la mecánica, el diseño y la organización industrial, y otras tres en los ámbitos de electrónica, informática y las telecomunicaciones. De todas ellas, el presente artículo se ha centrado en el grado en Organización Industrial, por ser una nueva titulación en la oferta de MGEP, y por lo tanto, una nueva experiencia.

Tomando como referencia el estudio de casos (Yin, 2003), se va a proceder, en una primera fase, a la descripción del caso al que nos referimos, dejando para una segunda fase y un artículo posterior, la evaluación de la efectividad de este método de aprendizaje, en base a resultados académicos, así como la valoración tanto del alumnado como del profesorado participante en estas metodologías.

#### **1.4 El caso de los graduados en Organización Industrial; adquisición de competencias a través 6 POPBLs**

Los graduados en Organización Industrial de MGEP, en el momento de acceder al último curso, y por lo tanto desarrollar lo que va a ser su trabajo fin de grado, además de una formación en el aula que les ha permitido adquirir unos niveles de competencias concretos, han desarrollado un total de 6 proyectos POPBL.

El proyecto POPBL se configura como la culminación de un semestre. A pesar de que este hecho puede hacer suponer que el POPBL es un proyecto de aplicación de conocimientos, esto no es así. El POPBL constituye un elemento tanto de aplicación como de generación de conocimiento, contribuyendo así a la adquisición de las distintas competencias correspondientes a cada curso académico.

La duración de los proyectos varía en función del curso académico al que nos refiramos. Los alumnos de primer curso, dedican un total de 4 semanas lectivas por semestre al desarrollo del proyecto. Los de segundo curso 5 semanas, y los de tercero un total de 6 semanas. En todos los casos, se estiman un mínimo de 6 ECTS para cada uno de los proyectos. A lo largo de estas semanas, y a partir del planteamiento del problema, los alumnos van avanzando en el desarrollo del proyecto pasando por diferentes etapas.

En el diseño de los proyectos interactúan diversos factores, los resultados de aprendizaje, los contenidos, el equipo de alumnos, el equipo de profesores y la coordinación entre ellos y los recursos físicos, temporales y materiales disponibles (Zubizarreta, 2009). No es suficiente con el diseño del proyecto, sino que tiene tanta o más importancia el diseño del método de evaluación del proyecto, muy unido al planteamiento de los objetivos del mismo y, de acuerdo a (Proulx, 2004), buscando algo físico que pueda ser evaluado.

En el periodo de desarrollo del POPBL, los alumnos trabajan en equipos constituidos por 5 ó 6 personas y cuentan con el apoyo de un tutor (perteneciente al grupo de profesores del semestre activo) que vela por el correcto desarrollo del proyecto y el efectivo funcionamiento de las dinámicas de grupo. Además, existe la figura de un experto por cada área de conocimiento implicada en el proyecto, que sirve de soporte a los alumnos, sobre todo en lo referente a las competencias técnicas. Por lo que, a pesar de trabajar de forma autónoma, los alumnos cuentan con el apoyo e implicación en todo momento del equipo de profesores.

En la actualidad, los alumnos del grado en ingeniería en organización industrial desarrollan unos proyectos POPBL diseñados para la adquisición de compe-

tencias que pueden ir desde la comprensión y aplicación de las leyes físicas relacionadas con la mecánica y modelización del comportamiento de sistemas mecánicos, hasta competencias relativas a la interacción con las diferentes oportunidades de mercado con una visión global de negocio sostenible, para dar respuesta a los grupos de interés.

La siguiente tabla quiere ser una muestra de los proyectos POPBLs planteados a lo largo de los tres años académicos cursados por los alumnos.

**Tabla 1.1** POPBLs desarrollados por los graduados en Organización Industrial

| Curso | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º    | POPBL 1- Análisis del funcionamiento, diseño y materiales con los que se construye un fisurero con objeto de contrastar su comportamiento en una situación de caída<br>POPBL 2- Análisis del modelo “XY” para asegurar su inclusión en el catálogo de productos, asegurando que el modelo es capaz de recorrer la distancia d en el tiempo t |
| 2º    | POPBL 3- Diseño del proceso de fabricación y del lay-out de planta correspondientes a una llanta de aluminio con objeto de reducir las emisiones de un automóvil<br>POPBL 4- Rediseño de un generador para responder a los requisitos del mercado y a la inminente competencia                                                               |
| 3º    | POPBL 5- Diseño de una propuesta para el transporte transcontinental de tanques para el enfriamiento de leche.<br>POPBL 6- Estudio de viabilidad técnica, económica, potencial de negocio y crecimiento de las oportunidades detectadas en los ámbitos; deporte, ocio y salud, sostenibilidad y desarrollo rural o energía y salud.          |

Tomando como ejemplo el POPBL4, en este caso los alumnos parten de una problemática que se resume en que “la empresa XXX dedicada a la fabricación de generadores de energía, entre otra serie de decisiones ha optado por trasladar a Europa, la producción del generador al menos durante las fases de estudio y diseño de una versión mejorada del mismo. Una vez el diseño se estandarice y la producción de los elementos críticos se encuentre bajo control, se volverá a valorar el traslado de la producción a países de bajo coste”. En base a esta información, y teniendo por objetivo la consecución de los resultados de aprendizaje mostrados en la tabla 1.2, se plantea el desarrollo del proyecto en base a tres fases, que se corresponden con tres hitos principales:

- Definición del problema; el objetivo es acotar el problema, el mercado, la competencia, normativa, etc.
- Búsqueda de la solución; el objetivo es definir distintos planteamientos/alternativas para solventar el problema, seleccionando objetivamente aquel con el que se seguirá adelante.
- Planteamiento de la solución; en este último hito, se define el planteamiento de aquella solución por la que se ha optado; definiendo los resultados esperados, e incidiendo en las claves de la solución.

**Tabla 1.2** Resultados de aprendizaje correspondientes al POPBL4

| Ambito y Resultados de aprendizaje esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resistencia de materiales - Identifica y evalúa los estados tensionales a los que están sometidos los diferentes elementos estructurales. Calcula y dimensiona elementos estructurales simples sometidos a cargas estáticas bajo criterios de rigidez y resistencia y determina el estado de deformación de los mismos                                                                                                                                                                      |
| Ingeniería eléctrica - Comprende el funcionamiento general de las máquinas eléctricas, los tipos más utilizados y el ámbito de uso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Logística - Calcula los parámetros básicos necesarios de la planificación de los recursos productivos. Realiza distintos escenarios de planificación de la producción. Plantea políticas de gestión de materiales y stocks atendiendo a las diferentes estrategias productivas. Desarrolla un plan de producción basado en la logística D.B.R. Diseña un sistema de control de la producción basado en J.I.T.                                                                               |
| Termodinámica - Diferencia los distintos estados de agregación de las sustancias puras y utiliza los modelos apropiados para el cálculo de sus propiedades termodinámicas. Analiza y discute el rendimiento, la viabilidad y la reversibilidad de procesos termodinámicos y máquinas térmicas, en sistemas cerrados y abiertos. Aplica las propiedades del aire y del vapor de agua al análisis de instalaciones de acondicionamiento de aire y otros sistemas relacionados con aire húmedo |
| Ingeniería de Calidad - Identifica las fases del PAC al diseño de productos y procesos. Implanta un plan de muestreo para la inspección de producto. Utiliza técnicas estadísticas para el control de proceso. Diseña sistemas anti-error para asegurar el cero defectos en producción. Interpreta conceptos como la Incertidumbre y R&R en un sistema de medida. Utiliza el AMFE como herramienta de prevención.                                                                           |

Cada uno de estos resultados de aprendizaje es evaluado y el resultado de la evaluación es comunicado al equipo de alumnos. Es el tutor quién da el feedback al equipo. El feedback es un elemento clave en el desarrollo del proyecto, puesto que sirve para informar a los estudiantes tanto del nivel de avance como del nivel de consecución de objetivos. Cada uno de los hitos lleva implícita una sesión de feedback, por lo que son mínimamente tres las ocasiones reciben retroinformación sobre el trabajo realizado. Estas sesiones son necesarias para garantizar el logro de los resultados de aprendizaje y son valorados muy positivamente por el alumnado.

El proyecto culmina con una presentación y defensa del trabajo realizado al conjunto de profesores. La figura 1.1 muestra los poster resumen donde se pueden ver los resultados obtenidos por los equipos POPBL tras las 5 semanas de trabajo.



**Fig. 1.1** Posters resumen de los proyectos correspondientes al POPBL4

## 1.5 Conclusiones

A punto de terminar la implantación de los nuevos estudios de grado, este artículo ha hecho un primer recorrido a través de lo que se considera uno de los elementos estrella del nuevo modelo educativo de MGEP, ya que es a partir del año 2008 cuando se ha dado un salto cualitativo importante introduciendo los proyectos POPBL y transformándolos en el eje central de los semestres.

La experiencia hasta el momento ha sido valorada de forma muy positiva tanto por el profesorado como por el alumnado, y las tasas de éxito así lo demuestran, ya que entre el 70-80% de los alumnos promociona de curso<sup>2</sup>.

## 1.6 Referencias

- Bitsch, P., Pedersen, K. 2008. Problem-Oriented Project Work: A workbook. *In*: PRESS, R. U. (ed.) 2
- Burdewick, I. 2003. Aspects Of Methodology And Education Psychology In Project-Oriented Studies. *International Workshop on Project Oriented Learning*. Groningen - Netherlands.
- Domblesky, J. P. Year. Project Assisted Learning in Engineering– A Manufacturing Example. *In*: ASEE North Midwest Sectional Conference, 2009 Milwaukee, Wisconsin. 9.
- Grant, M. M. 2002. Getting a grip on project-based learning: theory, cases and recommendations. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal* [Online], 5. Available: <http://www.ncsu.edu/meridian/win2002/514> [Accessed 20/02/2012].
- Hmelo-Silver, C. E. 2004. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? . *Educational Psychology Review* 16, 32.
- Kjersdam, F., Enemark, S. 1994. *The Aalborg Experiment: project innovation in university education*, Aalborg Universitetsforlag.
- Moore, D. J. 2003. Curriculum for an Engineering Renaissance. *IEEE Transactions on Education*, 46, 4.
- Proulx, G. 2004. Integrating Scientific Method & Critical Thinking in Classroom Debates on Environmental Issues. *The American Biology Teacher*, 66, 8.
- Ruhizan, Y., Ramlee, M. Year. Promoting Creativity through Problem Oriented Project Based Learning in Engineering Education at Malaysian Polytechnics: Issues and Challenges. *In*: 8th WSEAS International Conference on EDUCATION and EDUCATIONAL TECHNOLOGY, 2009 Genova. 8.
- Traylor, R. L., Heer, D., and Fiez, T.S. 2003. Using an Integrated Platform for Learning to Reinvent Engineering Education. *IEEE Transactions on Education*, 46, 11.
- Yin, R. K. 2003. *Case Study Research: Design and Methods*, London.
- Zubizarreta, M. I., Altuna, J. 2009. Diseño de los Grados en Ingeniería y su modelo de implantación en Mondragon Unibersitate. *La cuestión uniersitaria*, 5, 16.

---

<sup>2</sup> Datos referentes al curso académico 2009-2010.