

Experiencias de renovación e innovación educativas en ingeniería

Diseño de los Grados en Ingeniería y su modelo de implantación en Mondragon Unibersitatea

MIREN IT'ZIAR ZUBIZARRETA
mizubizarreta@eps.mondragon.edu

JON ALTUNA
jaltuna@eps.mondragon.edu

www.mondragon.edu

RESUMEN

La adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior, ha supuesto para la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibersitatea un replanteamiento de su modelo educativo. Éste se caracteriza por basarse en el desarrollo y adquisición de competencias y resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes, la evaluación continua y global de los aprendizajes de los alumnos, la integración de la alternancia estudio trabajo en la planificación académica, la internacionalización, el uso de metodologías activas para el aprendizaje y la formación trilingüe.

El diseño de los Grados en Ingeniería se realizó a partir de las funciones profesionales que los egresados han de cubrir en el entorno laboral y las competencias que los estudiantes han de lograr en el entorno académico para poder cubrir dichas funciones. Los resultados de aprendizaje que logren éstos en el desarrollo de las materias seleccionadas, se convertirán en las evidencias de los logros de las competencias. La intervención didáctica en el aula se centrará en el uso de metodologías activas que fomenten la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y les ayude a desarrollar estrategias para continuar aprendiendo a lo largo de su vida. La metodología clave de MGEP es el aprendizaje basado en problemas orientados por proyectos interdisciplinares donde se integran diferentes materias con iguales resultados de aprendizaje.

La evaluación de los aprendizajes será continua a lo largo de los semestres, donde la retroalimentación por parte de los docentes constituirá una clave importante en la adquisición de los aprendizajes. Y se realizará una evaluación global de los logros de los alumnos al final del curso

Palabras clave: Educación en Ingeniería Aprendizaje activo, Educación basada en competencias, Perfil profesional, Curriculum centrado en el alumno, Innovación educativa, Métodos de enseñanza.

ABSTRACT

The adaptation of the university studies to the European Space for Higher Education, has supposed a reformulation of its educational model for the Faculty of Engineering of the University of Mondragon. The new model focuses on the development and acquisition of competencies and learning outcomes by the students, global and continuous evaluation of student learning, the integration of work-based learning

(WBL) in the curricula, internationalization, the use of active methodologies for learning and trilingual education.

The design of the Degrees in Engineering was carried out from the professional profiles that the graduates should develop in the professional environment and the competencies that the students should achieve in the academic environment. The learning outcomes that students achieve in the development of the subjects they undertake will become the evidences of the achievement of these competencies.

The didactical intervention in the classroom will be centered in the use of active methodologies that promote the participation of the students in the learning process and help them to develop strategies to continue learning along his/her life. The key methodology is Problem-Oriented Project Based Learning (POPBL) where different subjects with equal learning outcomes are integrated. The evaluation of the student learning will be continuous during the semester, and the feedback to the students will constitute an important part in the acquisition of learnings. A global evaluation of the achievements will be carried out at the end of the course.

Keywords: Engineering Education, Active Learning, Competency Based Education, Professional Profile, Student Centered Curriculum, Educational Innovation, Teaching Methods,

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 que viene desarrollando su actividad docente en el ámbito de titulaciones de Ingeniería Superior desde el año 1997 e Ingeniería Técnica desde el año 1968, inicia un proceso de rediseño de los títulos para adaptarlos a los nuevos Grados.

Mondragon Goi Eskola Politeknikoa pertenece a Mondragón Unibertsitatea con domicilio social en Mondragón (Guipúzcoa) como una cooperativa de enseñanza de carácter integral y sin ánimo de lucro y forma parte del grupo empresarial Mondragon desde que se constituyó éste último. Por otro lado, se hace imprescindible apuntar que es una cooperativa mixta compuesta por tres tipos de socios en igual número:

1. Socios de trabajo.
2. Socios usuarios (alumnos).
3. Socios colaboradores (empresas y Administración).

Tanto su Asamblea, órgano máximo de decisión, como su Consejo Rector, que es quien marca sus líneas de actuación, están compuestas a partes iguales por los tres tipos de Socios. La estructura de la cooperativa se muestra en la siguiente figura.

Figura 1: Estructura cooperativa de la Escuela Politécnica Superior



Fuente: Elaboración propia

La estructura del modelo es lo suficientemente abierta como para que el hecho de participar y corresponsabilizarse con la formación posibilite que la gestión del centro sea tan próxima y real, lo que permite adaptar y renovar su oferta educativa. Teniendo en cuenta que la misión fundamental de EPS ha sido preparar perfiles con carácter marcadamente profesional en un entorno industrial, la fórmula jurídica cooperativa mixta, que ha integrado al mundo empresarial y en nuestro caso principalmente al cooperativo, ha sido esencial para la constante evolución y adaptación a las exigencias externas.

Con este objetivo se realizó un diagnóstico de las necesidades formativas que los socios de Eskola, en este caso alumnos y socios colaboradores, apuntaban.

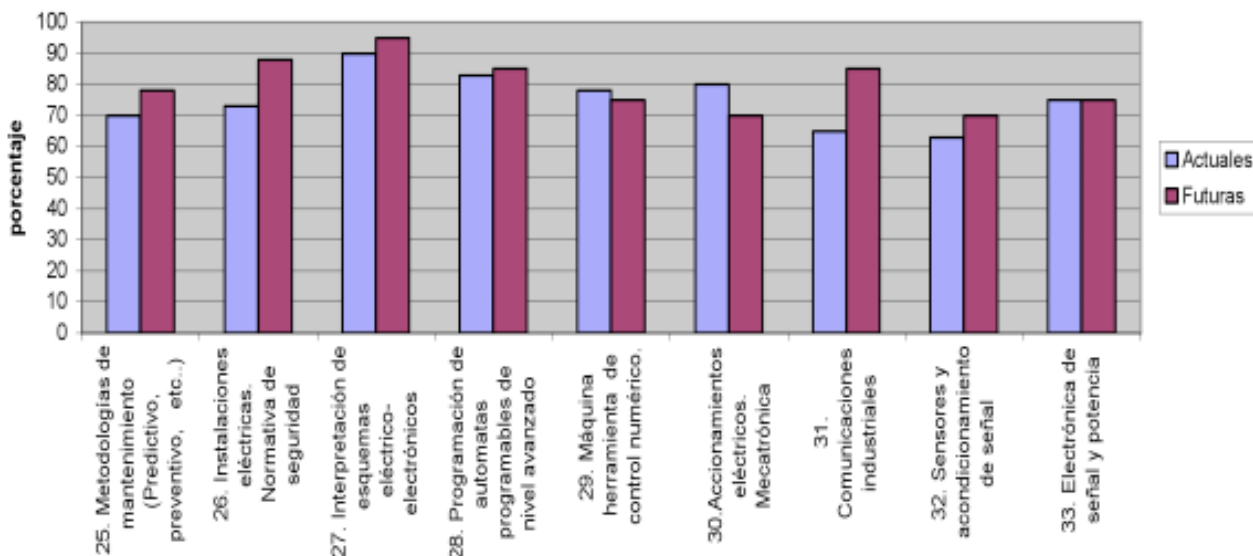
Esta primera fase de indagación se inicia con el análisis del contexto y los entornos profesionales receptores de los titulados, la misión de la universidad, y su plan estratégico; es a lo que De Miguel (1995) denomina el “criterio de legitimidad”, que sería aquél, resultante del contraste entre los objetivos de la titulación y los fines y misión de la universidad. Por otro lado, también se consideran las directrices del Ministerio de Educación y Ciencia los programas que marca para dicha titulación, es a lo que Zabalza (1998) denomina el “marco de referencia externo”, es decir, las condiciones normativas que han de cumplirse.

Para la realización de este diagnóstico se plantea una recogida de datos sobre la situación actual en diferentes fuentes, las empresas receptoras de los titulados, los egresados de la Escuela Superior, y la demanda de empleo en el ámbito de los titulados en Ingeniería. En el proyecto Tuning, nacido del seno de la comisión encargada de dinamizar el Proceso de Bolonia también se propone indagar en el contexto de los empleadores y los graduados para formular las competencias que deben de lograr los universitarios (González & Wagenaar, 2003).

Con el objetivo de conocer las expectativas de los empleadores y la opinión de los egresados, se realizó una recogida de datos respecto a las competencias que debe cubrir un ingeniero. Datos que nos ayudarían identificar competencias que debieran de tener los titulados en ingeniería.

A continuación se muestran a modo de ejemplo (Zubizarreta Mujika, 2006) los datos recibidos desde las empresas tras la valoración de las competencias de los ingenieros. La titulación es la referida a Ingeniería electrónica y en concreto a la función profesional “Mantenimiento eléctrico-electrónico”.

Figura 2. Competencias de la función profesional “Mantenimiento Eléctrico- Electrónico”, necesidades de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de adecuar los estudios y el proyecto educativo a las nuevas demandas de la sociedad, se inicia un proceso de diseño de un nuevo modelo educativo que acoja con coherencia las nuevas titulaciones y sus currícula. Para la elaboración de este nuevo modelo educativo que dotará de objetivos formativos a las titulaciones, se configura un equipo compuesto por personas pertenecientes a la coordinación académica y a las coordinaciones de los títulos. Son ellos los que elaboran la propuesta que será debatida, mejorada y consensuada por parte de personas pertenecientes a las diferentes áreas tanto docentes como no docentes de la Escuela Politécnica Superior. Fruto de este modelo nacen las bases sobre las que se construirán los nuevos estudios de Grado.

El nuevo modelo tiene como ejes principales:

- a) Un modelo basado en el desarrollo y adquisición de competencias y resultados de aprendizaje frente a un modelo basado en asignaturas. El objetivo de la formación consiste en que los estudiantes, adquieran competencias que les ya que los perfiles profesionales son reflejo de los quehaceres de un profesional. “Un perfil profesional parte de la exigencias del profesional, de los problemas que éste habrá de resolver y en definitiva del conjunto de capacidades, estrategias, habilidades y recursos que habrán de ponerse en juego en el desempeño de las actividades inherentes al propio ámbito profesional, sean o no específicas del mismo” (Pérez Pérez, 1999).

Para el logro de estas competencias se identifican cuáles son los contenidos necesarios para poder desarrollarlas, identificando los nexos entre los contenidos para poder estructurar los espacios interdisciplinares. Para ello ha resultado interesante realizar tablas de contenidos que de manera síncrona se desarrollan en el aula. Los docentes podrán así encontrar sinergias para el desarrollo de contenidos.

Tabla 1. Tabla de contenidos de la Goi Eskola Politeknikoa/Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea

Tabla de contenidos

Relación de materias	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4
Ampliación de Matemáticas	Función de varias variables	Integrales múltiples	Ecuaciones diferenciales	Series de Fourier
Gestión Industrial	Nuevo paradigma industrial	Gestión de proyectos	Procesos empresariales	Técnicas asociadas al proceso Cliente
Sistemas Digitales	Algebra de Bool, Circuitos Combinacionales	Circuitos Secuenciales	Memoria y registros	Ensamblador E/S
Estructura de datos y algoritmos	Entrada, salida funciones y estructura de programa	Arreglos, aritmética de punteros, cadena de caracteres	Manejo de ficheros	Memoria Dinámica, Listas-Árboles
Informática Industrial	Diagramas de estado	GRAFSET	Petri	
Estadística	Combinatoria	Probabilidades	Variables aleatorias	Distribución de probabilidad
Métodos Numéricos	Representación de números y errores	Ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones, ajustes de funciones, derivación e integración	Métodos de ordenación	Conceptos de Grafos, tipología de Grafos, algoritmos de resolución de grafos
Estructura de Computadores	Bus	Memoria	Driver	Paralelismo
Bases de Datos	Modelo ENTIDAD-RELACIÓN	Consultas SQL	Proceso PLSQL	BD, Internet, Aplicaciones
Tecnología Orientada a Objeto	Clases ,objetos, métodos.	Herencia, polimorfismo, interfaces	Excepciones	Clases genéricas

Fuente: Elaboración propia

La definición de los contenidos de cada una de las materias y su secuencia facilita la conexión de los saberes y la transferencia de conocimientos entre diferentes materias, de la misma manera que también facilita el diseño de proyectos interdisciplinarios para el logro de competencias bien específicas o transversales.

b) La evaluación continua y global del estudiante como herramientas clave para la evaluación de competencias. La evaluación es parte de proceso formativo de los alumnos.

c) La alternancia estudio-trabajo integrada en la organización académica. Los estudiantes de Eskola han tenido desde 1966 la posibilidad de alternar sus estudios con el trabajo en un entorno industrial, para ello se creó Alecop S.Coop. que surge desde la Escuela Politécnica de Mondragón con el fin de ofrecer a los estudiantes de los centros del entorno una posibilidad de unir el mundo formativo con la realidad laboral. La alternancia estudio-trabajo (trabajo que se compagina con los estudios durante el periodo del curso académico y de forma regular) se encuentra, pues, en el mismo origen de Alecop S. Coop., y forma parte esencial de su misión. Esta cooperativa se estructura con la misma estructura societaria que Eskola.

Figura 3. Estructura cooperativa de Alecop



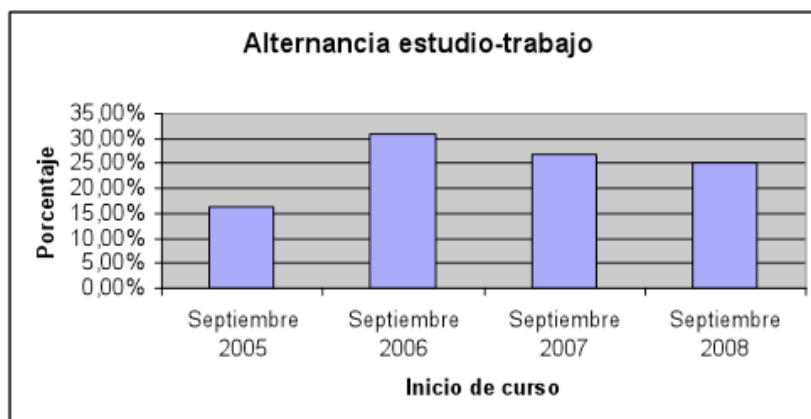
Fuente: Elaboración propia

Un estudiante puede ser socio de Alecop mientras se encuentra estudiando y, en principio, deja de serlo cuando finaliza sus estudios.

El nuevo modelo educativo refuerza el fomentar la alternancia estudio-trabajo entre los alumnos a partir del 5º semestre, tutorizando desde la Escuela Politécnica Superior a los alumnos en los proyectos que estén realizando en el entorno laboral, con el objetivo de identificar las competencias específicas y generales que desarrolla el alumno, para así evaluarlas y calificarlas. Esto permite la posibilidad de estructurar los créditos ECTS en base a la dedicación en el entorno formativo y en el entorno laboral.

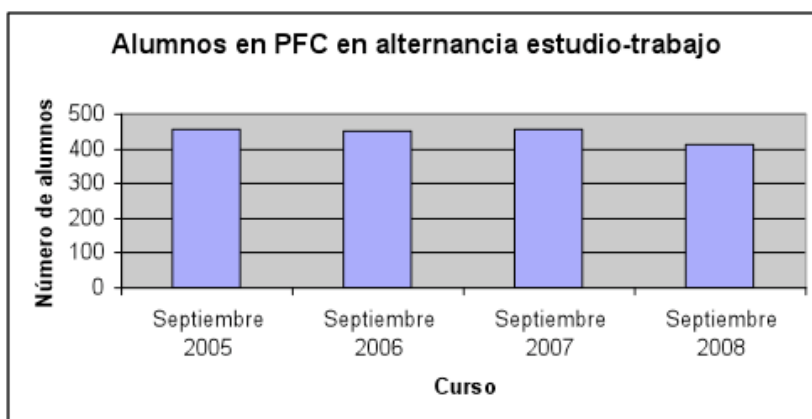
Supone un reto para el centro fomentar esta alternancia y conseguir que gran parte de los estudiantes participen en ella. Hoy en día el número de estudiantes que participa en ella es el que se muestra a continuación.

Figura 4. Porcentaje de alumnos en el programa de alternancia en la Goi Eskola Politeknikoa/Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea



Fuente: Elaboración propia.

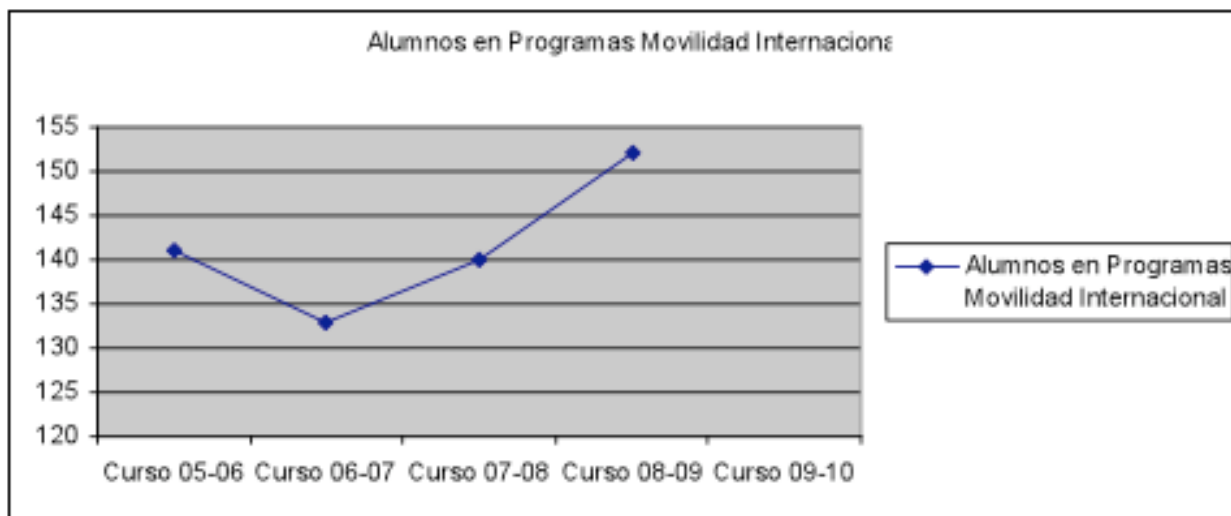
Figura 5. Alumnos que realizan el Proyecto Final de Carrera en alternancia estudio-trabajo en la Goi Eskola Politeknikoa/Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea



Fuente: Elaboración propia.

d) La internacionalización de los estudios y de los proyectos final de carrera es uno de los grandes retos a los se enfrenta con ilusión la Escuela Politécnica Superior.

Figura 6. Alumnos en Programas de Movilidad Internacional en la Goi Eskola Politeknikoa/Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea



Fuente: Elaboración propia.

e) El uso de las metodologías activas de forma intensa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El cambio del rol del profesor y del alumno. Teniendo en cuenta la necesidad de centrar la práctica docente en el aprendizaje y hacer protagonista de éste al alumno, las metodologías que se proponen utilizar en las sesiones formativas son variadas.

En este punto se opta por introducir una metodología activa para el aprendizaje, que permita a los alumnos adquirir competencias tanto específicas como genéricas. Este tipo de metodologías de aprendizaje reúne ciertas características que exigen ciertos cambios en el modus operandi de los agentes principales del proceso enseñanza-aprendizaje, es decir, el profesor y el alumno.

En primer lugar, el profesor se convierte en un facilitador u orientador del proceso de aprendizaje de los alumnos, su rol de experto en ciertas disciplinas científicas se desarrollará en ciertos momentos del

proceso, y en otros se centrará en diseñar las acciones didácticas necesarias para crear los espacios y contextos necesarios que fomenten el interés de los alumnos por formar parte activa de su propio proceso de aprendizaje, involucrándose en éste.

En segundo lugar, estas metodologías nos propician la generación de ambientes, o climas apropiados para estimular la iniciativa y la libertad de opinión de los alumnos. Este clima genera en los alumnos una actitud positiva hacia el aprendizaje y el descubrimiento, haciéndose consciente de sus propios objetivos de aprendizaje.

Y en tercer lugar, las metodologías activas nos llevan a diseñar actividades de aprendizaje que se integran con las experiencias del alumno, y también con sus necesidades e intereses.

f) La formación trilingüe. El modelo plurilingüe consiste en impulsar los dos idiomas co-oficiales de la Comunidad Autónoma Vasca, euskara y español, y, a su vez, conseguir que nuestros alumnos adquieran el nivel adecuado de inglés para desenvolverse sin dificultades en un entorno profesional cada vez más globalizado. También se les ofrece la posibilidad de aprender otros idiomas del entorno europeo, pero nuestro compromiso es firme con el euskara, español e inglés.

Para conseguir nuestro propósito, es necesario que colaboren todos los agentes que participan en la formación de nuestros estudiantes, de ahí que la sensibilización lingüística tenga que darse en todos los estratos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Siendo conscientes de ello, los planes de estudio deberán incorporar estrategias que garanticen la utilización de los tres idiomas a lo largo de los estudios superiores que vayan a cursar nuestros alumnos, y además deberán contar con métodos de evaluación que permitan hacer el seguimiento de la calidad lingüística que se está desarrollando.

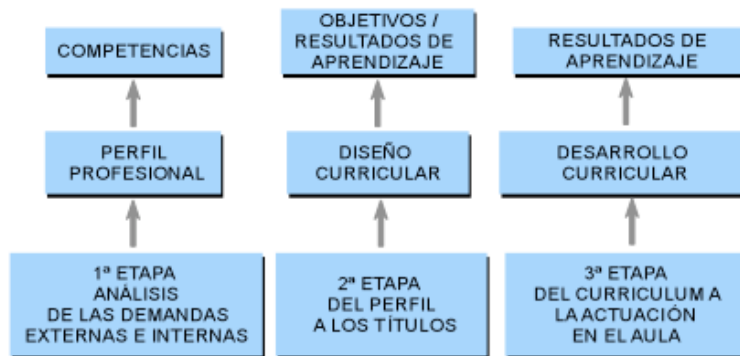
Todo esto adquiere mayor sentido si lo enmarcamos dentro de la movilidad de nuestros alumnos, dentro del Espacio Europeo de la Educación Superior y la empleabilidad en términos de traspasar las fronteras lindantes.

Se establecieron, en definitiva, diferentes premisas que debían de tomarse en consideración a la hora de diseñar cada uno de los grados, premisas que marcar una coherencia con los objetivos de la Escuela Politécnica Superior y que se convirtieran en el denominador común de todas las titulaciones.

1. Diseño del Plan Formativo

El diseño del Plan Formativo se refiere a la definición de los objetivos formativos de la titulación y a los perfiles profesionales objetivo de los egresados, los cuales debían de estar formulados en base a competencias. Es decir, relacionados con las funciones, quehaceres o roles que desarrollarían en el entorno laboral. Siendo éste el punto de partida para el diseño de los currículos, y su posterior definición de las propuestas para su desarrollo en el aula. El esquema seguido para su desarrollo es el que se muestra en la figura siguiente.

Figura 7. Etapas del diseño del plan formativo en la Goi Eskola Politeknikoa/Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea



Fuente: Elaboración propia

Los apartados que se han elaborado para la formulación del perfil profesional siguiendo la metodología para la definición de las titulaciones profesionales del Ministerio de Educación y Cultura, bajo la dirección de Antonio Rueda (Ministerio de Educación y Cultura, 1997), son los siguientes:

Objetivo general de la titulación. El objetivo general define los grandes ámbitos de desempeño profesional que deben de alcanzarse con el curso de la carrera que permiten poder desarrollar con éxito actividades de trabajo en su área profesional y adaptarse a nuevas situaciones.

Funciones profesionales de los ingenieros. Expresan de forma genérica las funciones y roles más característicos que deberá desarrollar el profesional en el desempeño de su trabajo.

Organizaciones destinatarias del ingeniero y los ámbitos de trabajo en los que actuará. Este apartado pretende describir el tipo de organización al que está enfocada la titulación.

Teniendo en cuenta esta estructura, se formuló una propuesta de perfil profesional que se debatió entre todos los profesores de la titulación.

Tabla 2. Perfil profesional del Ingeniero en Organización Industrial de Mondragon Unibertsitatea

Perfil profesional del Ingeniero en Organización Industrial
<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hacer competitivas y sostenibles las actividades industriales y de servicios, promoviendo la mejora y la innovación de productos, servicios y procesos tecnológicos así como los modelos organizativos.
<p>Funciones Profesionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestionar la innovación tecnológica y el emprendizaje desde la detección de nuevas oportunidades hasta el éxito en el mercado materializando las ideas con actitud creativa. ➤ Promover organizaciones dinámicas y flexibles desarrollando estrategias y modelos que fomenten la innovación, el intraemprendizaje y la mejora. ➤ Liderar equipos fomentando la participación e implicación de las personas para abordar los retos estratégicos. ➤ Planificar, organizar y dirigir proyectos industriales o de servicios, dando soluciones a la problemática de los entornos multiproyecto, trabajando en equipo y tomando decisiones desde una perspectiva global y estratégica. ➤ Gestionar los parámetros clave de la cadena de valor para administrar de manera eficiente procesos y actividades industriales y/o de servicios. ➤ Utilizar técnicas, métodos y herramientas de gestión para lograr la eficacia y eficiencia de los proyectos y actividades industriales o de servicio.
<p>Organizaciones destinatarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empresas industriales o de servicios de cualquier sector. ➤ Administraciones públicas.

Fuente: Elaboración propia.

Este perfil debe de definirse basándose en competencias genéricas, específicas y transversales que los egresados deben de cubrir. El perfil deberá de responder a las demandas sociales, y revisarse teniendo en cuenta la aceptación que de ellos hace el mercado laboral (De Miguel, 2003).

Tras el consenso del perfil profesional objetivo, se desplegó cada una de las funciones profesionales en competencias que debían de desarrollar los estudiantes a lo largo de su periodo formativo, generándose un documento en el que se recogen las competencias necesarias referidas a cada función profesional, ya que serán estas últimas las serán los objetivos que se perseguirán con el desarrollo de los programas formativos. Un ejemplo de ello puede observarse en la tabla que se muestra a continuación.

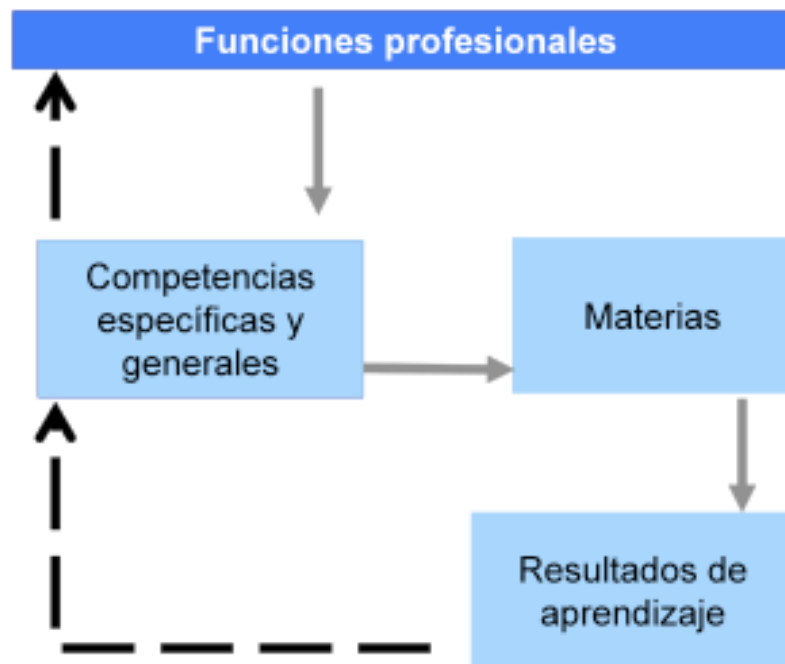
Tabla 3. Despliegue en competencias de una función profesional del grado en Ingeniero en Organización Industrial en Mondragon Unibertsitatea

Función profesional	Competencias específicas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestionar los parámetros clave de la cadena de valor para administrar de manera eficiente procesos y actividades industriales y/o de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar las tecnologías y materiales más adecuados para poder fabricar el producto dentro de las especificaciones establecidas por el cliente (calidad, precio, servicio), generando el mínimo impacto medioambiental.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseñar procedimientos para la planificación, organización del trabajo de las personas de la organización determinando las responsabilidades y actuaciones de las personas de los equipos de trabajo.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseñar, gestionar y mejorar procesos de fabricación eficientes, capaces de satisfacer las necesidades de los clientes.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar y aplicar los factores claves para garantizar la calidad de los productos asegurando el cero defecto de los productos, utilizando procesos de Planificación Avanzada de la Calidad e identificando los métodos y herramientas a utilizar para implantar un sistema de mejora continua en un entorno industrial.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir la implantación de Sistemas de Gestión, integrando el sistema de calidad, medio-ambiente y prevención de riesgos laborales, adoptando una visión basada en procesos.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseñar procesos eficientes para el aprovisionamiento, el almacenaje y distribución de productos, identificando los parámetros clave de la cadena de suministros.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las competencias a lograr, se identifican las materias objeto de estudio en el aula para desarrollar los conocimientos, procedimientos y actitudes necesarias para lograr ser competente, y se definen los resultados de aprendizaje de cada una de las materias alineados con las competencias. Estos resultados de aprendizaje constituirán las evidencias del logro o no logro de las competencias. El esquema resultante sería el siguiente:

Figura 8. Flujo del diseño y evidencias del plan formativo en la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea



Fuente: Elaboración propia.

El flujo del diseño consiste en desde lo más general, definir lo más concreto (flechas continuas), pero a la hora de evidenciar, el flujo se convertiría en el contrario, desde lo más concreto a lo más general (flechas discontinuas). La evidencia del logro de la competencia es el resultado de aprendizaje, y de la función profesional el logro de la competencia.

2. Intervención didáctica

La segunda premisa que se adoptó en el modelo fue la definición de las metodologías didácticas seleccionadas para la intervención en el aula, las cuales han de estar centradas en los alumnos y promover el aprendizaje activo. Entendemos aprendizaje activo como cualquier estrategia que provoque en los alumnos, el que reflexionen, deduzcan o actúen (Bowell, C. & Eison, J., 1991). No entendemos dicho concepto como mera repetición de las enseñanzas ofrecidas por los profesores. Por estas razones, utilizar cualquier metodología constructiva va a otorgar a los estudiantes una autonomía suficiente para seguir aprendiendo durante toda su vida. Las estrategias metodológicas que se proponen para la intervención en el aula son las siguientes:

- a) La utilización controlada de las exposiciones por parte del profesor, en los casos en los que la información que se expone es difícil de conseguir por parte de los alumnos, para avanzar más rápido en la materia, para facilitar la comprensión por parte de éstos de ciertos conceptos o bien para iniciarlos en una materia. La aplicación de esta metodología ha de llevar consigo la formulación por parte del profesor de preguntas bien estructuradas, incitando a los alumnos a participar en las respuestas y en los debates que se susciten en el aula.
- b) La realización de ejercicios o actividades y prácticas en los laboratorios en pequeños grupos en los que los alumnos puedan compartir el conocimiento las dudas, este espacio se convierte en el momento en el que la información recibida en la clase magistral se interpreta y se procesa.

Por último en cuanto a las intervenciones didácticas, Mondragon Goi Eskola Politeknikoa, adopta como eje del aprendizaje la metodología POPBL (*Project Oriented Problem Based Learning*), el Aprendizaje Basado en Problemas, orientados por proyectos. El objetivo del trabajo utilizando el método de proyectos es el de aprender haciendo o la enseñanza en acción (Kjersdam, 1998). Uno de los factores que ha sido decisivo en el momento de su implantación ha consistido en la reflexión y adaptación del método a los contextos en los propios de cada semestre y a la naturaleza de las competencias a desarrollar. Anete Kolmos, de la universidad de Aalborg, muestra cómo la regulación de la aplicación del método se ha de hacer por medio de la experiencia. “El PBL jamás ha sido desarrollado sobre la base de una teoría o de unas teorías particulares, sino que se ha desarrollado desde el nivel pragmático, donde el ensayo y el error durante un periodo de tiempo ha sido predominante” (Kolmos, 2004, p. 79)

En cada uno de los semestres de los que dispone un grado, se realizará un proyecto interdisciplinar de 6 ECTS como mínimo.

En la metodología de aprendizaje POPBL y en el diseño de éstos 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. Todos y cada uno de estos factores han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar un proyecto que tenga como resultado de aprendizaje conocimientos, procedimientos y actitudes importantes que posibiliten a los alumnos el desarrollo de funciones profesionales en los entornos de trabajo.

El trabajo del profesor con los alumnos tiene como objetivo el logro de los resultados de aprendizaje a través de contenidos seleccionados por parte de las diferentes materias para tal fin. Es en este momento en el que el profesor selecciona la metodología de aprendizaje más efectiva para el logro de tales resultados, a la vez que se contrasta la idoneidad de la utilización de la metodología POPBL.

Una vez de definidos los resultados de aprendizaje que ha de obtener el alumno, la primera reflexión que debemos hacer es si esos resultados propuestos son alcanzables por medio de la metodología de aprendizaje POPBL. Si la respuesta a esta primera reflexión es afirmativa, se inicia la fase de propuestas de problemas. Uno de los métodos a utilizar para obtener una lista de posibles problemas a realizar por los alumnos es realizar una tormenta de ideas entre los profesores, que comparten los resultados de aprendizaje del semestre, es decir, identificar si desde diferentes materias se aporta al logro de la misma competencia en el mismo semestre, ya que ése debe de convertirse en el núcleo multidisciplinar que han de lograr los alumnos.

Desde este núcleo se aportan problemas a los que los alumnos han de darles una solución definiendo e implementando un proyecto para ello. Son los resultados de aprendizaje los importantes. Es aprendizaje lo que perseguimos. Por lo que hemos de explicitar cada uno de estos resultados de aprendizaje a los alumnos, a la vez que explicarles qué significa cada uno de ellos. Para ello, el equipo de profesores debe conocer perfectamente qué resultados se persiguen con el proyecto y que éstos pueden lograrse a través de él. Una manera de precisar lo que perseguimos y que pueden lograrse es diseñando los instrumentos de evaluación, es decir, creando la prueba con la que contrastaremos si los alumnos han alcanzado lo previsto.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestran problemas que se han presentado a los alumnos de 1º de grado con el objetivo de lograr resultados de aprendizaje de competencias específicas, así como de competencias metodológicas y generales.

Tabla 4. Resultados de aprendizaje y problemas a abordar a partir del POPBL

<p>Resultados de aprendizaje generales</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Realiza modelos físico-matemáticos simplificados de un sistema real, y discute los límites de validez del modelo en relación a las hipótesis simplificadoras. ➤ Resuelve problemas de cálculo numérico (resolución de ecuaciones, integración de ecuaciones diferenciales, cálculo integral) mediante algoritmos simplificados. ➤ Utiliza las herramientas informáticas necesarias para dar soporte al análisis del modelo: representación gráfica, cálculo, programación. ➤ Discute los resultados de la simulación y los utiliza para la toma de decisiones. ➤ Diseña experimentos para validar el modelo o estimar parámetros del mismo. <p>Resultados de aprendizaje específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudia el efecto del rozamiento del aire en el movimiento parabólico utilizando modelos sencillos. ➤ Integra las ecuaciones del movimiento mediante el método de Euler.
<p>Aludes</p> <p>En una estación de esquí se pretenden utilizar proyectiles explosivos para eliminar de forma controlada las acumulaciones de nieve que pudieran ocasionar aludes.</p> <p>Dado que las condiciones de seguridad precisan de un alto grado de precisión en los disparos, se ha solicitado ayuda a MGEP para el estudio del sistema.</p>
<p>Pebetero</p> <p>Una propuesta para el encendido de la antorcha olímpica en las olimpiadas de Madrid 2016 consiste en el lanzamiento con la raqueta de una pelota en llamas por parte de una figura de renombre del tenis.</p> <p>A partir de las velocidades típicas de salida de la raqueta es necesario estimar la distancia máxima a la que se podría situar el pebetero, así como la anchura que debería tener para garantizar el éxito del lanzamiento.</p>
<p>Le Cirque du Soleil</p> <p>Le Cirque du Soleil desea incluir en su próximo espectáculo un número acrobático con motocicletas. Las motocicletas deberán realizar un salto acrobático por encima de un grupo de gimnastas que efectuarán al mismo tiempo una serie de ejercicios.</p> <p>De cara a seleccionar las características de las motocicletas, resulta necesario determinar la velocidad y el ángulo de salida en relación con el obstáculo a salvar. MGEP colabora con Le Cirque du Soleil en el diseño de este arriesgado montaje.</p>

Para ello se diseña un plan de trabajo detallado para los estudiantes, los tutores y los expertos.

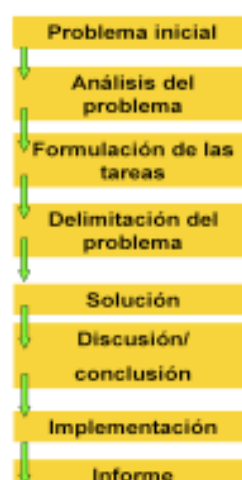
Tabla 5: Planning detallado de dos días de trabajo POPBL

POPBL 0	
1. Día	<ul style="list-style-type: none"> o Formar grupos de trabajo -> 20'
	<ul style="list-style-type: none"> o Formación trabajo en equipo. Motivación hacia el trabajo en equipo: Juego del desierto. o Formación sobre la estructura del Texto Escrito -> 2h.30'.
	<ul style="list-style-type: none"> o Descanso-> 15'
	<ul style="list-style-type: none"> o Presentación de los problemas y selección por parte de los equipos -> 30'.
	<ul style="list-style-type: none"> o Presentación de metodología POPBL a los alumnos, pasos a seguir -> 1h.
	<ul style="list-style-type: none"> o Asignar Tutor y reunirse para presentarse y conocerse. -> 15'
	<ul style="list-style-type: none"> o Analizar este problema individualmente y hacer una lluvia de ideas de qué es lo que preocupa. Trabajo individual en horario no presencial.
2. Día	<ul style="list-style-type: none"> o Reunión con el tutor -> 15'. Poner en común las ideas del día anterior y comentar los posibles problemas.
	<ul style="list-style-type: none"> o Herramientas para la planificación -> 45'. Exposición
	<ul style="list-style-type: none"> o Realizar el planning por parte de los alumnos -> 1h.
	<ul style="list-style-type: none"> o Presentación sobre la utilización de la biblioteca. -> 1h.
	<ul style="list-style-type: none"> o Descanso -> 15'.
	<ul style="list-style-type: none"> o Trabajo proyecto -> 1h30'.
	<ul style="list-style-type: none"> o Reunión con el tutor -> 30'. Reflexión sobre el trabajo del día y fijar las tareas de la tarde.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso a seguir por los alumnos en el análisis y resolución del problema e implementación de la solución es el que se muestra a continuación:

Figura 9. Fases del Método de aprendizaje basado en proyectos.



Fuente: Adaptación de la figura mostrada por Torben Rosenorn en el seminario POPBL en la Escuela Politécnica Superior celebrado los días 28 y 29 de Abril de 2008.

Los equipos están constituidos por 5 o 6 alumnos que además de desarrollar las competencias específicas de la titulación, desarrollarán competencias genéricas como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el aprender a aprender o la toma de decisiones.

3. La evaluación

El diseño de los grados en base a competencias exige un nuevo modelo de evaluación. Se definen en torno a 12 competencias por cada curso. Estas competencias de curso se pueden entender como sub-competencias o competencias parciales de las competencias específicas del título. Las asignaturas son herramientas para el desarrollo y la adquisición de dichas competencias del curso y, por tanto, el centro son las competencias del curso.

Los resultados de aprendizaje de varias asignaturas impactan sobre las competencias del curso y dotarán de evidencia de logro a una misma competencia. El peso de cada resultado de aprendizaje sobre una competencia se establece en función del número de horas de dedicación lectiva al resultado de aprendizaje.

La evaluación de las competencias tiene que ser continua a lo largo del semestre y las recuperaciones integradas dentro del semestre. Se entiende que la recuperación debe poder llevarse a cabo de forma acumulativa y siempre durante el periodo lectivo del semestre. No se contempla la necesidad de la convocatoria de recuperaciones de septiembre debido a que los alumnos disponen de 2 a 3 oportunidades para poder superar cualquier resultado de aprendizaje a lo largo del propio semestre.

El *feedback* sistemático a los alumnos es fundamental para lograr su implicación en el proceso de aprendizaje. Este proceso se realiza individualmente cada mes y se centra en la evolución del alumno en las competencias del curso, que los alumnos podrán seguir desde la secretaría virtual.

Conclusiones

El diseño de los grados en Ingeniería en MGEP ha hecho que esta institución redefina su modelo educativo en base a definir perfiles profesionales demandados por la sociedad actual, desarrollar metodologías de aprendizaje activas centradas en los estudiantes, y una evaluación de las competencias logradas por lo alumnos. Los resultados alcanzados hasta el momento reflejan unas tasas de éxito muy altas (entre el 70% y el 80% de los alumnos promociona de curso) y unos niveles altos de satisfacción de los alumnos.

La clave del nuevo modelo radica en la implicación y motivación del alumnado y del profesorado. En el desarrollo de la actividad docente son fundamentales la capacitación pedagógica del profesorado que requiere de formación en el ámbito de la evaluación por competencias, la evaluación continua y global de los alumnos y en metodologías activas.

Referencias bibliográficas:

- DE MIGUEL DIAZ, M. (1995). "Revisión de los programas académicos e innovación en la enseñanza superior: Informes y documentos". *Revista de Educación*, 306, pp. 427-453.
- DE MIGUEL DIAZ, M. (Ed.). (2003). *Evaluación de la calidad de las titulaciones universitarias*. Madrid: MECD. Consejo de Coordinación universitaria.
- GONZÁLEZ, J., & WAGENAAR, R. (2003). *Tuning. Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao: Universidad de Deusto.

- KJERSDAM, F. (1998). *La innovación en la enseñanza universitaria*. In PORTA & LLADONOSA (Eds.), "La universidad en el cambio de siglo", pp. 139-169. Madrid: Alianza.
- KOLMOS, A. (2004). "Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos". *Educar*, 33, pp. 77-96. Barcelona: Departamento de Pedagogía Aplicada - Universitat Autònoma de Barcelona.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA, M. E. C. (1997). *Metodología para la definición de las titulaciones profesionales*. Madrid: Ministerio de educación y Cultura.
- PEREZ PEREZ, R. (1999). "Planes de estudio, Perfiles profesionales y Poderes departamentales". *La Calidad de la Docencia en la Universidad I Symposium Iberoamericano sobre didáctica Universitaria*. Santiago de Compostela.
- ZABALZA, M. A. (1998). Los Planes de estudio en la universidad. Algunas reflexiones para el cambio. http://www.uptc.edu.co/export/descargas_autoevaluacion/d7.pdf (Consultado: 05/06/01)
- ZUBIZARRETA MUJICA, M. I. (2006). *Innovación del proceso enseñanza-aprendizaje de la titulación de ingeniería técnica en electrónica industrial: un estudio de caso*. Unpublished. Tesis doctoral. Bilbao: Universidad de Deusto / Deustuko Unibertsitateak.



Miren Itziar Zubizarreta es doctora en Pedagogía por la Universidad de Deusto. Desarrolla su actividad en la Escuela Politécnica Superior de Mondragón Unibertsitatea desde 1989. Su actividad docente se centra en el área de la Innovación y el Emprendizaje, de la cual es coordinadora; y su actividad investigadora en el ámbito de la innovación educativa. Forma parte del equipo de innovación educativa de Mondragón Unibertsitatea desde el año 2000.



Jon Altuna es titulado en Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial por Mondragón Unibertsitatea y Doctor en Ingeniería en Electricidad y Electrónica por la Universidad de Edimburgo. Lleva desarrollando su actividad docente e investigadora en el área de Teoría de la Señal y Comunicaciones desde 1997 en la Escuela Politécnica Superior de Mondragón y desde el 2007 ocupa el cargo de Coordinador Académico. Desde el año 2002 lleva trabajando en la incorporación de metodologías activas en las titulaciones de Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial y Sistemas de Telecomunicaciones.