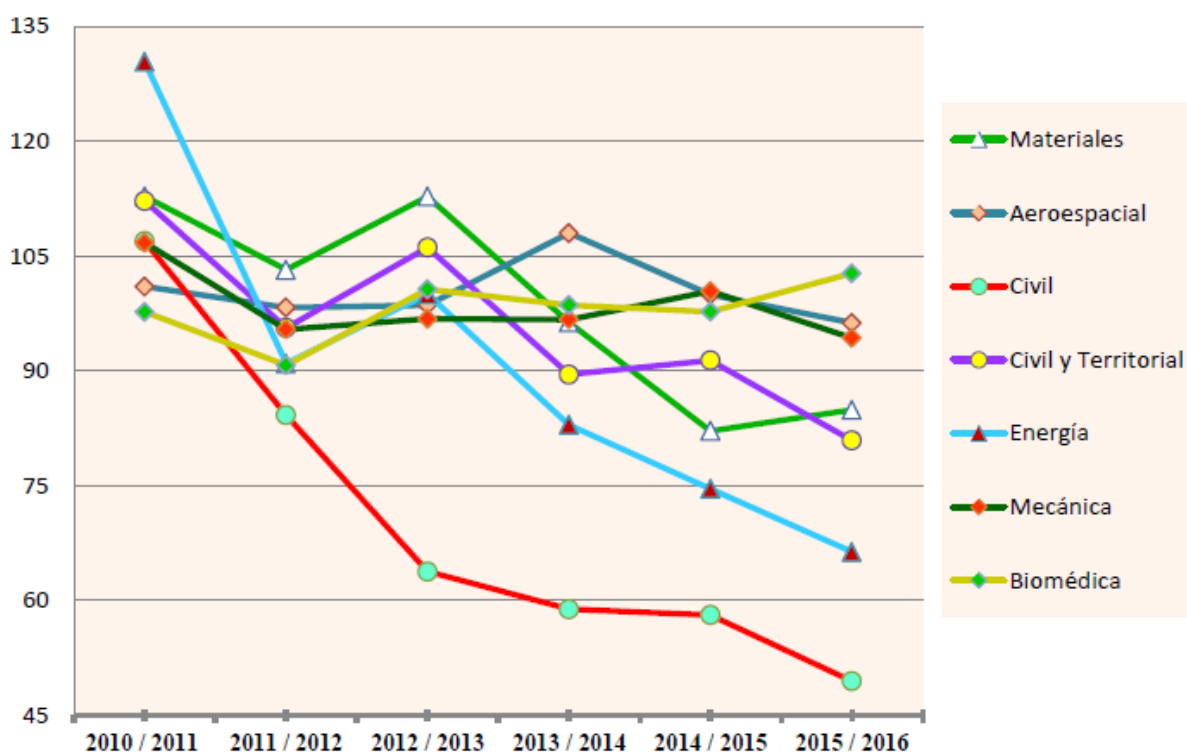


Material-ES

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MATERIALES

Editor Invitado: Teresa Guraya

MATRÍCULAS. Valores de nuevo ingreso por cada 100 plazas ofertadas por curso en las siguientes Ingenierías:



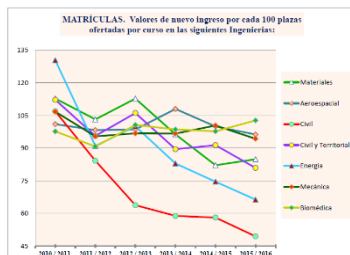


Imagen de Portada:

Evolución de las demandas de los Grados en Ingeniería más afines a Ingeniería de Materiales en España..

“La enseñanza de la ingeniería de materiales en España y el reto del emprendimiento”.

A. Martínez; J.Y. Pastor

Editor Invitado

Teresa Guraya. *Profesora de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea.*

Editor

Rodrigo Moreno. *Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid. España.*

Secretaría

Anna Muesmann. *SOCIEMAT. Madrid. España.*

Junta Directiva de SOCIEMAT

Presidente:

Juan José de Damborenea González

Vicepresidente:

Rodrigo Moreno Botella

Secretaria:

Gloria Patricia Rodríguez Donoso

Tesorera:

Anna M^a Muesmann Torres

Presidente Saliente:

Paloma Fernández Sánchez

Vocales:

M^a Victoria Biezma Moraleda

Jose Ygnacio Pastor Caño

M^a Teresa Pérez Prado

José Luis Plaza Canga-Argüelles

Daniel Sola Martínez

URL: <http://sociemat.es>

Correo electrónico: info@sociemat.es / sociemat1996@gmail.com

Tel.: 618 170 493

Sociedad Española de Materiales SOCIEMAT

Entidad inscrita en el R^o Nacional de Asociaciones del

Ministerio del Interior, Grupo 1, Sección 1, Número Nacional 161428

ÍNDICE

ARTÍCULO INVITADO

La enseñanza de la ingeniería de materiales en España y el reto del emprendimiento.

A. Martínez; J.Y. Pastor 1

Aprendizaje servicio+aprendizaje basado en proyectos: un binomio de éxito para trabajar el compromiso social y la ciencia de materiales en estudios universitarios de ingeniería

I. Puerto; L. Cabedo; E. Díaz; T. Guraya 6

Más allá de las monografías

P. Fernández 11

IdM@tl: red de innovación docente en materiales interuniversitaria.

T. Guraya; M. Segarra; N. Salán; P. López-Crespo; J. Orozco; D. Sales; L. Cabedo 15

EDITORIAL

Han pasado apenas nueve meses desde que la revista Material-ES dedicó su primer volumen monográfico a Educación y ya ha decidido lanzar el segundo, una clara demostración de su implicación en el proceso formativo de los futuros profesionales de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Ciertamente, nueve meses es un periodo de tiempo insuficiente para que ocurran cambios sustanciales en el diseño de los currículos de los estudiantes universitarios; por el contrario, nuestra sociedad sigue evolucionando muy rápidamente. Procesos globales como el cambio climático, el aumento de la pobreza y la desigualdad o el uso inadecuado de los recursos del planeta recogidos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio para 2015 se han revisado en la nueva agenda mundial a través de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Los docentes, científicos y tecnólogos que trabajamos en Ciencia e Ingeniería de Materiales podemos comprometernos con estos objetivos desde nuestra práctica profesional que, como servicio público que es, incluye la formación de profesionales responsables con la sociedad que les toca vivir.

La combinación de Metodologías Activas de Aprendizaje con Aprendizaje-Servicio (Service-Learning) nos facilita crear alternativas a la clase magistral y trabajar simultáneamente conocimiento técnico y competencias profesionales y de compromiso con la sostenibilidad global. Estos nuevos modelos de docencia permiten enfrentar a los estudiantes con pequeños proyectos profesionales reales que, adaptados al grado de profundidad a los objetivos de las materias, les acerca a la actividad profesional y les abre un espacio de reflexión en torno a nuevas oportunidades sobre las que construir su futuro profesional. Como explica el artículo invitado de este número, la carencia de estos aspectos formativos en los planes de estudio actuales es un hecho objetivo y es una demanda actual del estudiantado y empleadores.

Somos conscientes de que la generalidad de nuestro sistema universitario tiene singularidades estructurales propias que le dotan de una gran inercia, cuando no reactividad, a los cambios. Si bien algunas universidades escriben SOSTENIBILIDAD en mayúsculas, la mayoría de los que trabajamos estas competencias con nuestros estudiantes nos sentimos poco acompañados. La formación y ayuda que nos ofrecen para aplicar con criterio estas pedagogías sigue siendo insuficiente y la aplicación en el aula requiere disponer de ideas/problemas reales de nuestra sociedad en los que trabajar. Actualmente los docentes tenemos que hacer nuestra oferta de proyectos y temáticas sociales con los recursos de cada uno y quiero aprovechar este espacio para agradecer la colaboración de muchas organizaciones de la sociedad civil que se implican y nos ayudan a definir los proyectos.

Estos volúmenes monográficos que SOCIEMAT dedica a Educación permiten a quienes quieren intentar o consolidar esta práctica en su aula conocer experiencias llevadas a cabo por otros compañeros. Por su utilidad en el trabajo del compromiso con la sostenibilidad, vuelve a ser un honor participar en la edición de este segundo volumen monográfico que la revista Material-ES dedica a la Educación y os animo a todos a seguir mandando vuestras contribuciones. La comunidad de docentes lo necesitamos y os lo agradecemos.

Teresa Guraya

Profesora de Materiales. Universidad del País Vasco. UPV/EHU

Miembro de la red Interuniversitaria de Innovación Docente en Ciencia de Materiales IdM@tl
Chair del Congreso "International Conference on Engineering Education for the XXI Century".

ARTÍCULO INVITADO**LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE MATERIALES EN ESPAÑA Y EL RETO DEL EMPRENDIMIENTO****A. Martínez¹, J.Y. Pastor²**

¹Consultora financiera y graduada en Ingeniería de Materiales en la Universidad Politécnica de Madrid, aliciamartinezramirez123@gmail.com

²Departamento de Ciencia de Materiales-CIME. Universidad Politécnica de Madrid. E28040-Madrid

Resumen: En el siguiente texto se presenta una alternativa al Plan de Estudios actual del Grado de Ingeniería de Materiales en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), teniendo como prioridad el emprendimiento y basándose en la demanda de alumnos, egresados, empresas y el propio sector de Ingeniería de Materiales en España. Este plan de Estudios alternativo puede ser extrapolable a otros estudios de grado.

Palabras clave: ingeniería, materiales, emprendimiento, formación, universidad, egresados.

1. INTRODUCCIÓN.

El principal objetivo de este estudio es impulsar el sector de Ingeniería de los Materiales en España. Para ello, es necesario contar con una formación universitaria acorde a los cambios disruptivos que están aconteciendo en la sociedad actual. Con este fin, se han evaluado las necesidades de una renovación del Plan de Estudios actual del Grado de Ingeniería de Materiales en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La finalidad principal del análisis es crear una cultura de emprendimiento e innovación, y reforzar la formación del alumno en las competencias transversales que necesitará el alumno para su futura vida laboral.

Además, se ha estudiado (aunque, por limitaciones de espacio, no se recoge en esta publicación) el Sector de Ingeniería de Materiales, basándose en datos del Instituto Nacional de Estadística, a partir de la cual, se defiende la importancia del emprendimiento, tanto en la vida empresarial como en la vida universitaria.

Por último, y gracias a las opiniones de nuestros expertos, a lo largo de todo el proyecto, se exponen las conclusiones de cada apartado, que generan las conclusiones finales del proyecto.

2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.

El objetivo principal de este estudio es crear una metodología a seguir, con el fin de impulsar el emprendimiento en el sector de Ingeniería de Materiales. En la actualidad, no existe prácticamente literatura que mencione un tema tan específico como el emprendimiento en el área de Ingeniería de Materiales. Al ser la UPM una universidad tecnológica, y con una importante trayectoria en temas de emprendimiento, parece un buen escenario para el estudio y análisis de esta temática en concreto.

Por tanto, se decide analizar el mayor indicador de la evolución de un sector: su formación. En este caso se realiza un análisis sobre cómo fomentar la creación de empresas, o el crecimiento del sector, desde una actualización de su formación, a través del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería de Materiales.

3. ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES.

Los estudios en grado y máster en Ingeniería de Materiales nacieron de la mano del Plan Bolonia de reforma de los estudios universitarios en España y Europa. Seis años después de su creación, es el momento de echar la vista atrás y analizar los resultados formativos obtenidos en las primeras promociones que se han enfrentado al mercado laboral.

3.1 El lugar importa.

Para darse cuenta de la importancia del lugar en que se realizan los estudios, no hay mejor opción que recoger las palabras de Jorge Barrero, Director General de la Fundación Española por la innovación COTEC y analizar la Fig. 1: *En principio, los sectores de alta tecnología siempre emprenden en ubicaciones de alto conocimiento. Las grandes universidades, por su tamaño y tradición, son universidades que investigan (las grandes universidades suelen tener programas de investigación, aunque esto ha ido en declive), y de ahí suelen generarse iniciativas empresariales de alta tecnología.-.*

3.2 Demanda de enseñanza de grado de ingeniería.

En los últimos años, una gran parte de las ingenierías han sufrido una bajada significativa de matriculaciones (Fig. 2). Ingeniería de Materiales se mantiene estable, junto con Aeroespacial, Biomédica y Mecánica. Sin embargo, no tuvo tanta demanda Ingeniería de la

Energía, que se ha desplomado casi al mismo ritmo que una de las clásicas en nuestro sistema educativo, la Ingeniería Civil.

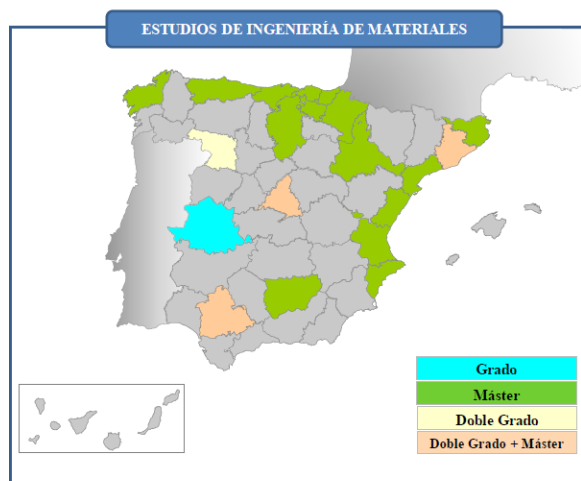


Figura 1. Distribución de las titulaciones de Ingeniería de Materiales en España.

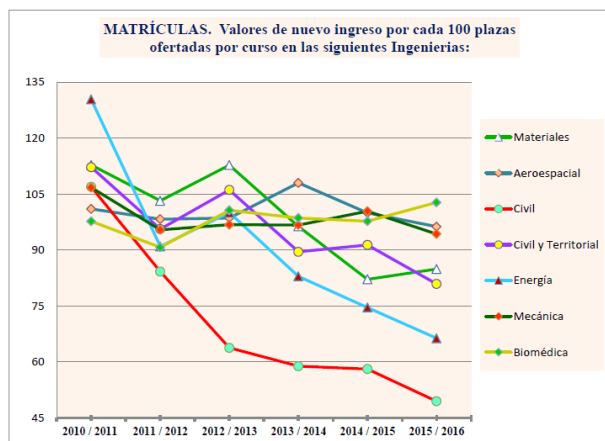


Figura 2. Evolución de las demandas de los Grados en Ingeniería más afines a Ingeniería de Materiales en España. Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016).

Actualizando los datos al curso 2017/2018, las plazas en el Grado de Materiales ya casi igualan las plazas en el Grado de Civil y Territorial, (datos para los grados impartidos en la ETSI Caminos, Canales y Puertos de la UPM) en las solicitudes aceptadas en la convocatoria de julio. Por otra parte, la apuesta por el doble grado de Ingeniería Civil + ADE tampoco ha supuesto una solución satisfactoria para aumentar la demanda.

Podemos concluir, en este apartado, que las ingenierías tradicionales no resultan atractivas para los alumnos de nuevo ingreso (excepción hecha de Ingeniería Mecánica y Aeroespacial), mientras que son las nuevas titulaciones en ingeniería las que más interés atraen entre los jóvenes, a pesar de que en muchos casos se desconocen o causan recelo por la falta de tradición.

3.3 Déficit en Competencias.

El que los alumnos que salen de nuestras universidades presentan un déficit de competencias no tradicionales

(aprendizaje memorístico y resolución racional de problemas) es una cuestión evidente, que está presente en todos los procesos de selección de las grandes y medianas empresas. Como puede verse en la Fig. 3 y en la Tabla 1, los peores resultados no sólo se obtienen en las competencias caracterizadas como generales, sino que son éstas competencias las que se encuentran específicamente incluidas en un mayor número de asignaturas.

Así pues, en contra de lo que podría pensarse a priori, se concluye que una generalización de las competencias de forma transversal en un gran número de asignaturas, lleva a un no desarrollo de facto de las mismas. Mientras, las competencias denominadas como *específicas*, de un número limitado de asignaturas, reciben una mejor valoración por parte de los egresados.

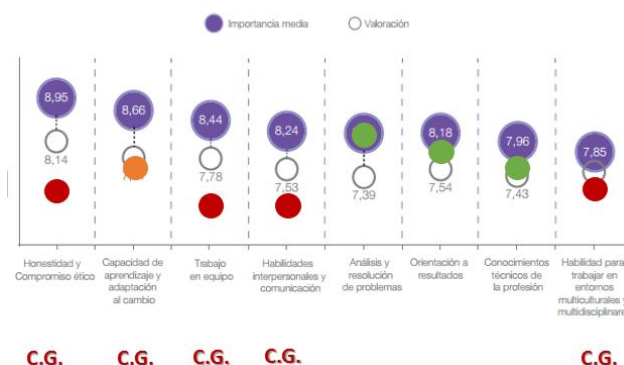


Figura 3. Importancia media y valoración de las distintas competencias que demanda el mercado laboral de los alumnos egresados. Los círculos (verdes, rojos y naranja) representan la posición según la valoración de los egresados del Grado de Ingeniería de Materiales. Se han marcado debajo las competencias que representan competencias generales (C.G.) en el plan de estudios del Grado de Ingeniería de Materiales.

Tabla 1. Relación entre valoración de los egresados del grado de Ingeniería de Materiales y los egresados totales de su universidad. Encuesta de elaboración propia, a partir de las competencias de (EVERIS, 2016) y de datos de (Agencia Nacional de Evaluación de Calidad y Acreditación, 2013). La encuesta de las competencias en el Grado de Ingeniería de Materiales ha sido realizada por egresados de la última promoción del mismo.

UPM	7,41	7,82	7,52	7,50	7,47	7,35	7,40	7,37
Ingeniería de Materiales	7,20	7,50	7,00	7,00	8,20	8,00	7,50	7,30
Diferencia	-0,21	-0,32	-0,52	-0,50	+0,73	+0,65	+0,10	-0,07
Asignaturas (%)	100	> 50	100	100	43	No especificado	No especificado	81
Competencia	CG	CG/CE	CG	CG	CE	No especificado	CE	CG

Entre los objetivos fundamentales del establecimiento del Plan Bolonia estaba el trabajo en competencias de los discentes. Como propuesta resultaba atractiva, pero faltaba un punto importante para lograr su desarrollo en el aula: enseñar a los profesores a educar en competencias. De hecho, y a pesar de la abundante literatura, en los casos analizados, casi nadie sabe cómo enseñarlas, desplegarlas, involucrar al alumno y, sobre todo, cómo evaluarlas.

Valorar contenidos es relativamente sencillo, pero evaluar las competencias, muchas veces difícilmente cuantificables, es mucho más laborioso y requiere de un esfuerzo extra por parte de alumnos y profesores. De hecho, esto se puede apreciar claramente en el desarrollo de los planes de estudios; la mayor parte de los profesores no han hecho ningún cambio en la evaluación de las asignaturas que imparten después de la puesta en marcha de la reforma del Plan Bolonia. Quizás, la diferencia más apreciable, ha sido el número y frecuencia de exámenes, de forma que se ha pasado del concepto de evaluación continua al de examen continuo, traicionándose desde la base el espíritu con el que pretendía operar la reforma. Citando palabras de la entrevista mantenida con Paloma Fernández, Catedrática de Ciencia de Materiales y Presidenta hasta 2016 de SOCIEMAT: *Sí que es cierto que los profesores las consideran imprescindibles (las nuevas competencias), pero el profesorado actual piensa que el alumno debe traerlas aprendidas, y no se trabajan. Esto explica tus resultados en relación a la encuesta Everis.*

3.4 La universidad no ofrece oportunidades de experiencias laborales durante los estudios....

El 76,2 % de los estudiantes del Grado de Ingeniería de Materiales encuestados desconoce la Bolsa Oficial de Prácticas en Empresas de la UPM que se ofrecen a través del COIE (Fig. 4). De aquel 24,8 % que tienen conocimiento de la misma, tan sólo uno de cada cinco ha conseguido prácticas por este sistema. Es decir, que solo el 5 % de los alumnos se beneficia de esta posibilidad. De éstos, tan sólo un tercio consigue algún tipo de remuneración durante su periodo de prácticas. Este hecho provoca que, a pesar de ser consideradas como esenciales, tan sólo la mitad de los estudiantes decide o consigue realizar prácticas externas. Siendo, en el mayor de casos, a través de algún profesor que les deriva hacia centros o laboratorios de investigación con los que tiene relación. Lo cual, sin ser una mala opción, dista mucho del mundo laboral en una empresa.

3.5 ...pero las hay

A pesar de estos datos del contacto con empresas durante los estudios de Grado, el egresado en Ingeniería de Materiales tarda muy poco en encontrar un puesto laboral (Fig. 5), y con un sueldo, en promedio mayor, al sueldo más frecuente para un graduado en Ingeniería.

Por tanto, se deberían tener en cuenta las áreas en las que se encuentra trabajo, ya que una adecuación del grado a estos porcentajes optimizaría las posibilidades laborales de estos profesionales. Es de destacar, el alto

porcentaje de egresados que desarrollan su actividad laboral en consultoría e industria (casi la mitad), lo cual demuestra la clara necesidad de ampliar los conocimientos empresariales de los estudiantes, actualmente muy limitados.

Prácticas en empresa

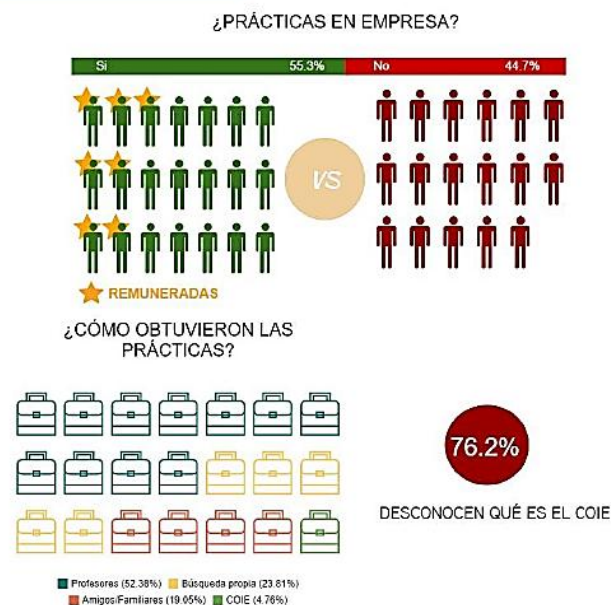


Figura 4. Infografía de la encuesta realizada a los estudiantes graduados en Ingeniería de Materiales en la UPM hasta 2016.

3.6 Comparación con la llamada “Universidad del siglo XXI”

Frances Trought, Director de desarrollo de talento estudiantil en Pearson College London, expuso los cinco puntos clave en los que deben fijarse hoy en día los estudiantes, a la hora de elegir la universidad. Se expone, a continuación, la situación actual de la UPM en cada uno de los puntos:

- **Oportunidad para adquirir experiencia laboral:** a mayor experiencia previa en prácticas en empresas, mayor sueldo. Según la encuesta de 2017 para egresados del Grado de Ingeniería de Materiales en la UPM, un 46,5 % de los egresados trabajando cobra un sueldo anual bruto mayor a 24.000 euros, en caso de que hubieran realizado prácticas externas durante sus estudios, frente un 26,7% que no realizó prácticas y cobra un sueldo mayor a esta cifra. Encuesta incluida en el TFG de Juan Ignacio Caballero Garzón “Análisis laboral de la ingeniería de materiales”. En la actualidad, el COIE es una herramienta bastante ineficaz para los estudiantes de este grado, al encontrarse sesgado por Facultades y Escuelas y no teniendo en cuenta las singularidades de las nuevas titulaciones. Además, debido a la falta de recursos humanos y técnicos, el número de ofertas de prácticas y empleos que puede tramitar queda muy limitado.

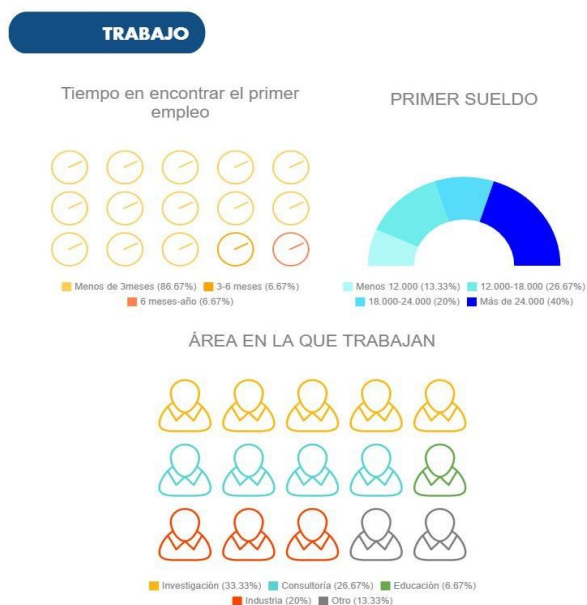


Figura 5. Infografía de la encuesta realizada a los egresados graduados en Ingeniería de Materiales en la UPM hasta 2016.

- **Experiencia internacional:** el grado en Ingeniería de Materiales oferta plazas suficientes para que todos los estudiantes puedan realizar una estancia internacional, quedando libres más de la mitad de las mismas. No obstante, a pesar de la gran importancia que las empresas dan a las estancias internacionales, y que quedan muchas plazas vacantes, el sistema tan sólo se permite realizar una estancia de un semestre a lo largo del grado. Por otra parte, debido a las tablas de convalidaciones actuales de Relaciones Internacionales de la ETSI Caminos, Canales y Puertos, ganar esta experiencia internacional supone, para las asignaturas cursadas, bajar la nota media en el expediente académico dos puntos sobre diez. Este ejemplo ha sido extraído por la propia autora, que realizó una experiencia internacional en EEUU, y había sido previamente becada económicamente por la UPM por su buen expediente; esta bajada supuso para el alumno la denegación de la Beca de Excelencia de la Comunidad de Madrid.

- **Relación universidad-empresa:** el grado de Ingeniería de Materiales no cuenta, directamente, con ningún convenio con ninguna empresa. Por otra parte, como ya se ha dicho, debido al sesgo del COIE que firma convenios pensando en Escuelas y Facultades, pero no en todo el alumnado de la UPM, los estudiantes tampoco pueden aprovechar los convenios que existen en la universidad para otros grados. Las únicas bolsas existentes en la actualidad para estudiantes e ingenieros de Materiales son las ofertadas en sus webs por las asociaciones SOCIEMAT e INGEMAT (asociación de estudiantes de Ingeniería de Materiales).

- **Instalaciones en la universidad para emprendimiento (aceleradoras, incubadoras...):** en este punto la UPM es pionera entre las universidades españolas, aunque pocos estudiantes tienen constancia

del Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica, CAIT. Esto es debido en parte a que no existe ninguna relación directa entre los grados y el CAIT, y la mayor parte de los alumnos les pasa desapercibida esta posibilidad.

- **Fomentar una cultura emprendedora:** en el grado analizado no existe ninguna oportunidad para emprender y desarrollar una idea, ni mucho menos una asignatura, una guía o un protocolo para ello.

4. CONCLUSIONES.

Con el fin de optimizar los actuales planes de estudio en Ingeniería de Materiales, habría que incluir en las próximas reformas y modificaciones los siguientes puntos:

1. Desarrollar un proceso docente que estimule la formación en competencias, involucrando en el mismo tanto a alumnos como a profesores y gabinetes de formación docente. La Innovación Educativa debería dejar de ser una singularidad para pasar a su generalización en todas las asignaturas.
2. Crear una bolsa de prácticas externas y de trabajo.
3. Correlacionar el plan de estudios con las necesidades del mercado laboral en cada momento.
4. Dar mayores oportunidades de movilidad internacional.
5. Involucrar al CAIT en los estudios de grado.

Se han detectado, además, por cada uno de los puntos anteriores, limitadores clave y posibles soluciones, que por falta de espacio se adjuntan en la siguiente página**.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Todos los datos presentados en este estudio han sido extraídos del Trabajo Fin de Grado de Alicia Martínez Ramírez y pueden consultarse en https://www.slideshare.net/slideshow/embed_code/key/FQnD79a85QJ0o0 incluido en el perfil profesional de la autora <https://www.linkedin.com/in/aliciamartinezramirez> donde además se encuentra una abundante bibliografía acerca de los temas tratados en este artículo. Para este artículo, además, se han actualizado los datos de la encuesta a estudiantes y egresados del grado Ingeniería de Materiales de la UPM, gracias a un segundo estudio realizado en el Trabajo Fin de Grado de Juan Ignacio Caballero “Análisis laboral de la ingeniería de materiales”.

6. ALGUNOS PASOS PARA UN FUTURO MEJOR.

Se propone poner cada una de estas cinco propuestas a debate y en mesa redonda, con el fin de exponer todos los problemas y las posibles soluciones de cada uno de ellos.

En este debate deben estar representantes de los siguientes grupos:

- UPM
- Jefatura de Estudios “Grado en Ingeniería de Materiales”
- CAIT
- Asociaciones de Materiales: SOCIEMAT e INGEMAT

- Estudiantes
- Egresados
- Empresas del Sector de IM, acordes a las salidas laborales (Centros de Investigación, Industria y Consultoría)

Se propone, además, que la organización de este evento, su preparación y el análisis de las conclusiones formen un Proyecto Fin de Grado a ofertar a un estudiante.

**** Tabla 2.** Objetivos esenciales extraídos de las conclusiones de este proyecto. Para cada uno de los objetivos, según los datos recogidos, se define lo siguiente: prioridad, tiempo de implantación, riesgos que se prevén, posibilidad de éxito, las necesidades esenciales para el éxito, alternativas que eluden parte del riesgo, y el departamento de la Universidad responsable de la implantación de cada objetivo.

Objetivo	Prioridad	Tiempo de implantación	Riesgo	Posibilidad de éxito	Necesidades para éxito	Alternativa	Responsable
Educación en competencias	Media	> 1 año	Falta de tiempo de profesorado Dinero	50%	Formadores Profesores formados en las nuevas metodología Reducir carga lectiva de asignaturas y de los profesores más innovadores	Charlas dadas por antiguos alumnos, empresas que oferten prácticas y trabajo, asociaciones Nuevo plan de estudios enfocado al mercado laboral, creado en conjunto con empresas del sector.	Jefatura de Estudios Grado en Ingeniería de Materiales
Crear una bolsa de prácticas y trabajo	Alta	6 meses	Dificultad para encontrar empresas	95%	Búsqueda avanzada de empresas	Reforma y potenciación del COIE, abriéndolo a las sugerencias de las asociaciones de estudiantes, como la Asociación de Alumnos de Ingeniería de Materiales INGEMAT, y SOCIEMAT	Coordinador de prácticas para el Grado Ingeniería de Materiales COIE
Basar el plan de estudios en el futuro laboral	Media	2 años	No tener profesorado adecuado al nuevo plan de estudios	50%	Profesorado adecuado	Charlas impartidas por antiguos alumnos, empresas que oferten prácticas y trabajo, asociaciones <i>ex alumni</i>	Jefatura de Estudios Grado en Ingeniería de Materiales
Dar mayores oportunidades internacionales y de movilidad nacional	Media-alta	En cuanto sea aceptado por jefatura de Estudios	Oposición de jefatura de estudios	100%	-Aceptación por jefatura de estudios	Opción de veranos fuera, búsqueda de prácticas por parte de jefatura de estudios	Jefatura de Estudios Grado en Ingeniería de Materiales
Involucrar al CAIT en los estudios de Grado	Alta	6 meses	CAIT puede no saber dónde puede ayudar	100%	-Estudio del actual plan del grado por parte del CAIT -Incluir su programa	Nuevo plan de estudios contando con CAIT	Dirección CAIT Jefatura de Estudios Grado en Ingeniería de Materiales

APRENDIZAJE SERVICIO+APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: UN BINOMIO DE ÉXITO PARA TRABAJAR EL COMPROMISO SOCIAL Y LA CIENCIA DE MATERIALES EN ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERIA

I. Puerto¹, L. Cabedo², E. Díaz¹, T. Guraya¹

¹Universidad del País Vasco UPV/EHU, Pº Rafael Moreno Pitxitxi 3, 48013 Bilbao

²Universitat Jaume I de Castelló, UJI, Avenida de Vicent Sos Baynat, s/n, 12071 Castelló
igor.puerto@ehu.eus

Resumen: El aprendizaje basado en proyectos (ABP) ha demostrado ser una metodología eficaz para la adquisición de conocimientos y competencias clave en el ámbito universitario, del mismo modo las experiencias Service Learning (SL) permiten trabajar la Responsabilidad Social Universitaria (USR). Sin embargo, el nivel de adquisición de competencias depende en gran medida de la metodología docente empleada. En este trabajo se muestra la implementación y el desarrollo de una experiencia ABP de aprendizaje-servicio, en una asignatura de grado de ingeniería y en el ámbito de ciencia de los materiales. Se presentarán también los resultados obtenidos, así como las principales conclusiones a las que se ha llegado.

Palabras clave: docencia universitaria, metodologías activas, redes interuniversitarias, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje servicio, IdM@ti.

1. INTRODUCCIÓN.

Uno de los principales retos de la educación del siglo XXI es adaptarse a los cambios que han tenido lugar en las últimas décadas. Estos cambios han hecho que de alguna manera el papel tradicional que habían desarrollado las universidades como centro de la creación y la transmisión del conocimiento haya quedado obsoleto. Vivimos en un mundo donde lo único permanente es el cambio y que nos somete a una avalancha constante de información sin precedentes en la historia de la humanidad. De este modo se hace necesaria más que nunca una reflexión sobre la formación que las universidades ofrecen a sus estudiantes, para poder hacer frente a esa compleja realidad y desarrollar las competencias que necesitarán en el desempeño de sus futuras profesiones [1]. Ante esta perspectiva es necesario un esfuerzo de renovación pedagógica para implementar nuevas metodologías de aprendizaje que den respuesta a estas necesidades.

La implantación de nuevas metodologías de aprendizaje requiere considerar diferentes aspectos que faciliten la transición desde los modelos tradicionales. Se debe entender que los entornos formales ya no son la fuente primaria de conocimiento y que éste se ha vuelto múltiple e incierto [2]. En este contexto los docentes pasan a ser simples conocedores del medio y deben ser los propios alumnos los que tomen las riendas de su proceso de aprendizaje. Del mismo modo esa enorme cantidad de información a la que deberán hacer frente requiere de nuevas habilidades como buscar, evaluar, organizar, seleccionar y utilizar, para que llegue a ser realmente útil. Por último, debe considerarse que, a día de hoy, para el desempeño eficiente de cualquier profesión, es necesario ser capaz de adaptarse a los cambios y continuar aprendiendo a lo largo de toda la

vida [3]. De este modo deberíamos entender la educación como un proceso que se extiende más allá del ámbito formal, y se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser [4]. No sólo se trata de formar profesionales, sino personas, con la capacidad de adaptarse a la sociedad, a todos los cambios que esta experimente en el futuro y dar respuesta a sus posibles necesidades.

Bajo esta premisa creemos el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología que permite a los alumnos participar activamente en su formación, mejorando sus competencias y en última instancia, por qué no, fomentando la innovación y el emprendimiento. Decimos que se trata de una metodología activa porque son los propios alumnos los protagonistas y responsables de decidir qué debe ser investigado y/o comprendido [5, 6]. A su vez es posible trabajar no solo competencias específicas de la asignatura sino también habilidades transversales como comunicación, trabajo en equipo, toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje autónomo, etc. Competencias todas ellas que son necesarias en el desarrollo de cualquier profesión [7, 8]. Dicho esto, también se trata de una metodología, que, si bien no es compleja en su fundamento, requiere una correcta preparación y un cuidado desarrollo para que resulte provechosa [9].

La metodología ABP ha demostrado su valía en ámbitos como las disciplinas médicas [7], no obstante, su implementación en el ámbito de las ingenierías no es tan sencilla [10]. Dentro de las ingenierías, las asignaturas del área de ciencia de los materiales son unas de las más tradicionales y donde la implantación de metodologías docentes no tradicionales, como el PBL, parece ser más difícil. No obstante, esta metodología docente se viene

aplicando con éxito ya para este tipo de asignaturas desde hace años en universidades estadounidenses [11].

El Aprendizaje Servicio (APS) es otra herramienta muy usada en la actualidad para integrar la Responsabilidad Social Universitaria (USR) en los estudios de ingeniería. Las experiencias APS, también llamadas Service Learning (SL), buscan responder a las demandas de la sociedad, en ellas los estudiantes trabajan en equipo para resolver problemas sociales, desarrollando valores como el compromiso e implicación social [11].

Estas experiencias han reportado resultados prometedores en estudios de ingeniería, mejorando aspectos como la interiorización de conceptos y la motivación interés de los alumnos y por ende su rendimiento académico [12].

A continuación describimos una experiencia ABP del tipo SL que desarrollamos en estudios de grado de Ingeniería. Esta experiencia se lleva a cabo en el seno de una red de innovación educativa en ciencia de los materiales formada por profesores de siete universidades públicas españolas (IdM@ti).

2. METODOLOGÍA.

La experiencia de aprendizaje basado en proyectos (ABP) se llevó a cabo dentro de la asignatura Ciencia de Materiales, una asignatura troncal de los grados de Ingeniería Técnica Eléctrica, Electrónica y Mecánica, en la Escuela de Ingeniería de Bilbao. Para su realización se utilizó un grupo de 20 estudiantes. La actividad se planteó como voluntaria y fue llevada a cabo sin alterar la programación inicial de la asignatura y de forma complementaria a la parte magistral de ésta. Para ello se reservaron los últimos 30 minutos de la clase magistral, (semanas alternas), para labores de tutorización de los alumnos, más una hora al final del cuatrimestre para la presentación de trabajos. A lo largo de las 15 semanas se utilizó el 15% del tiempo de la asignatura para la realización del proyecto. Como este tiempo no era suficiente, la gran mayoría del trabajo fue desempeñado por los alumnos en horas no lectivas.

El proyecto consistió en un análisis de producto y posterior rediseño de éste. Se presentó un objeto relativamente simple, en este caso un mechero recargable de una conocida marca. El objetivo era entregar a los alumnos un diseño optimizado (no ha cambiado prácticamente en los últimos 40 años) y que fuese a la vez cercano.

Tras la presentación del proyecto se asignó a cada miembro del grupo uno de los siguientes roles: Jefe de Proyecto, Ingeniero de Materiales, Ingeniero de Procesos e Ingeniero de Diseño. Se entregaron dos mecheros a cada grupo y se propuso un calendario de trabajo. A lo largo de las diferentes sesiones se plantearon tareas de análisis referentes al objeto, que debían ser completadas para la siguiente sesión. Por último, los alumnos debían desarrollar una propuesta de

rediseño y adaptar el objeto para su utilización por personas con discapacidad.

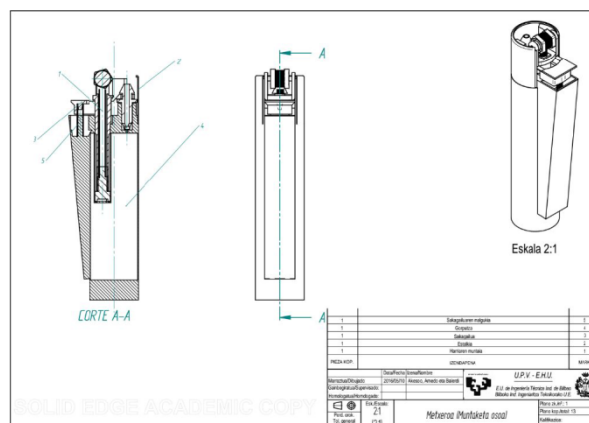


Figura 1. Planos de realizados por los alumnos a partir del mechero original

Para el desarrollo de la experiencia se utilizó el software educativo CES EduPack como base de datos para la identificación y elección de los materiales.

Las tareas realizadas fueron las siguientes:

1. Análisis morfológico del objeto, búsqueda de información y realización de planos.
2. Despiece e identificación de partes y sus respectivas funciones.
3. Identificación de materiales empleados para la fabricación del objeto.
4. Identificación de propiedades críticas de cada una de las piezas.
5. Identificación de procesos de fabricación involucrados y cálculo de costos totales de fabricación.
6. Debate sobre posibles modificaciones del diseño ante cambios en condiciones de servicio como alta temperatura, ambientes corrosivos, aplicaciones de alta demanda mecánica (mejora de la resistencia), etc.
7. Adaptación del diseño para personas discapacitadas. Al tratarse de un mechero se planteó el desarrollo de un objeto adaptado a personas con movilidad manual reducida, en este caso el mechero debía poder encenderse mediante el único uso de la pinza digital. Para sensibilizar al alumnado se planteó un escenario de utilización por personas parcialmente amputadas por minas antipersona.

Los alumnos debían organizar reuniones, levantar acta de las mismas e ir dando solución a las cuestiones planteadas. Al final del cuatrimestre cada grupo debía entregar su informe final, incluyendo las tareas de análisis mencionadas junto con su propuesta de diseño y actas de las reuniones. Durante la última sesión cada

grupo presentó su diseño y sus conclusiones más relevantes.

Finalmente, cada alumno rellenó un cuestionario de satisfacción para evaluar su percepción sobre cómo la actividad había aceptado a sus competencias transversales y/o modificado su grado de compromiso social. Al mismo tiempo los alumnos respondieron unas preguntas de auto y coevaluación, aunque estas no se tuvieron en cuenta para la calificación de la actividad. El proyecto tuvo un peso del 25% de la calificación final de la asignatura. Se evaluó el informe entregado, la presentación oral, así como la actitud y trabajo de cada grupo.

3. RESULTADOS.

La experiencia resultó positiva y se observó una mejora cualitativa de las clases. En general los alumnos mostraron más interés, atención y su actitud fue más proactiva y abierta al debate. Del mismo modo se redujo el absentismo de forma significativa (en torno a un 20% de media) en comparación con cursos anteriores.

No hubo diferencias reseñables en el índice de aprobados, pero sí que se observó que las calificaciones de los alumnos que superaron la asignatura fueron mejores (una mejora promedio del aula del 7%). Estos alumnos demostraron mayor capacidad para emplear adecuadamente la terminología específica de la asignatura, así como distinguir los principales tipos de materiales y relacionar sus diferentes características con sus diversas aplicaciones. Del mismo modo tampoco hubo una disminución reseñable en la materia impartida ya que el tiempo reservado al proyecto solía ser utilizado para la resolución de cuestiones y problemas en el aula. Sí es cierto que los periodos programados se mostraron insuficientes y en ocasiones no fue posible profundizar en ciertos aspectos de la asignatura tanto como en otros grupos o cursos anteriores.

Estos resultados deben tomarse con cautela, ya que el grupo de estudio no era lo suficientemente representativo como para obtener datos estadísticos de calidad, ni las herramientas hasta ahora utilizadas han demostrado ser válidas para evaluar adecuadamente los cambios en las competencias transversales. Del mismo modo la calidad técnica de los proyectos presentados tampoco ha sido evaluada, si bien algunas de las propuestas de los alumnos eran bastante ingeniosas, su calidad técnica era discutible. Dadas estas limitaciones, el análisis de resultados se fundamenta principalmente en los cuestionarios de opinión elaborados por los alumnos.

La totalidad de los alumnos valoró el proyecto de forma positiva, considerándolo muy interesante para su formación y destacando que su implicación en el proyecto había mejorado su asimilación de conceptos y les había ayudado a entender mejor no solo la importancia de la asignatura sino también de su futura profesión. Todos coincidieron en que sentían que habían

aprendido más a lo largo de la asignatura que los compañeros que no habían tomado parte en la experiencia. El 100% prefirió esta metodología a la tradicional y manifestó que volverían a elegir tomar parte en un proyecto similar a pesar de suponer más trabajo. Entre los comentarios destaca su percepción de haber aprendido sin necesidad de estudiar y sentir menos stress al enfrentarse a la asignatura.

El desarrollo de las competencias transversales fue evaluado en base a las respuestas recogidas de los alumnos, dichos resultados quedan recogidos en el diagrama de estrella de la Figura 2 en una escala de 1 a 5.



Figura 2. Diagrama en estrella para el análisis de la variación en el desempeño de competencias transversales en una escala de 0 a 5.

En cuanto al grado de compromiso social, si bien la mayoría considero que en el desempeño de su carrera profesional deberían primar los criterios técnicos sobre los sociales, también consideraron como obligación de la universidad promover actividades que den respuesta a las necesidades de la sociedad y mejoren el compromiso social de sus estudiantes. En general los alumnos consideraron que sería positiva la inclusión de este tipo de actividades de forma obligatoria en cualquier grado universitario de ingeniería (Figura 3). Entre sus comentarios destacaron que, el ponerse en el lugar de gente con discapacidad, les había ayudado a tener una mayor implicación con el proyecto, y a estar más motivados.

Si bien los resultados parecen claramente positivos no están exentos de cierta subjetividad y la metodología adolece de algunas limitaciones. En primer lugar, para el correcto desarrollo del proyecto habría sido necesario más tiempo, ya que muchas de las dudas de los alumnos (tanto referentes al proyecto como a los contenidos de la asignatura) tuvieron que ser resueltas fuera del horario lectivo, en tutorías o por email, con el consiguiente aumento de carga de trabajo para el docente. Esto supone un factor claramente limitador para la implementación de este tipo de metodología, más aún si

¿Crees que en los estudios universitarios de ingeniería se deberían trabajar y evaluar actividades de Aprendizaje Servicio de manera obligatoria para todos los estudiantes? ¿En cuantas asignaturas?

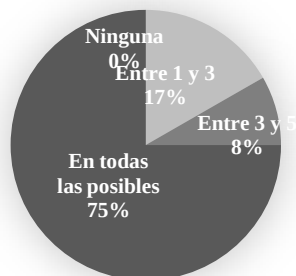


Figura 3. Gráfico con respuestas de los alumnos sobre obligatoriedad de este tipo de pruebas en sus estudios.

consideramos que en la actualidad muchos de los grupos de magistral de la titulación rozan los 100 alumnos. Además, como ya se ha comentado, el tiempo dedicado al proyecto limita la profundización en ciertos conceptos de la asignatura por lo que una correcta implantación de este tipo de actividades requeriría revisar los temarios, las guías docentes y rediseñar el sistema de evaluación para crear estrategias que permitan evaluar de una manera más justa las diferentes competencias. Así mismo hubiese sido necesaria una mayor tutorización sobre todo en la parte final del proyecto para obtener informes de mayor calidad.

Del mismo modo sería interesante que este tipo de proyectos se realizasen de forma conjunta y paralela con otras asignaturas, aunque esto lógicamente requeriría un trabajo de coordinación entre departamentos.

4. CONCLUSIONES.

La metodología de aprendizaje servicio a demostrado ser una herramienta que permite trabajar tanto las competencias transversales como el compromiso social de los alumnos de ingeniería. Estas experiencias motivan a los estudiantes y les ayudan a desarrollar sus capacidades mejorando la asimilación de conocimientos. En nuestro caso el proyecto mejoró los índices de absentismo, e hizo las clases más dinámicas, lo cual redundó en unos mejores resultados académicos de los alumnos.

En general los alumnos mostraron su predilección por este tipo de metodología por encima de metodologías tradicionales, y la valoraron como muy positiva.

Como contrapartida esta metodología reduce el tiempo dedicado a contenidos teóricos por lo que no es posible profundizar en la asignatura de la misma manera. En este aspecto sería necesario llegar a un compromiso entre conocimientos teóricos y proyectos de

aprendizaje. Del mismo modo se trata de una metodología que requiere de un mayor trabajo de tutorización a cargo del docente, por lo que su aplicación parece limitada a grupos no demasiado numerosos.

Por último, sería necesario desarrollar estrategias que permitiesen evaluar adecuadamente el aprovechamiento de este tipo de actividades, en última instancia esto podría requerir la modificación de temarios o guías docentes.

5.- AGRADECIMIENTOS.

Agradecer el apoyo económico para esta acción de innovación educativa al Servicio de Asesoramiento Educativo del Vicerrectorado de Innovación Docente de la Universidad del País Vasco a través del proyecto de Innovación Educativa (PIE 2015/17-4) y al Vicerrectorado de Estudiantes, Ocupación e Innovación Educativa de la Universitat Jaume I de Castellón a través del Proyecto de Innovación Educativa (PIE 3047/15).

6.- REFERENCIAS.

- [1] Castells, M. "La era de la información. Economía, sociedad y cultura. Vol. 1" México: Siglo XXI, 1996.
- [2] Pozo, J.I. "La nueva cultura del aprendizaje en la sociedad del conocimiento." En J.I. Pozo; N. Scheuer; M. del P. Pérez; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz. "Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje". Barcelona, Graó, 2006.
- [3] Cabedo, L, et al. La metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) aplicada a asignaturas de ciencias de los materiales en la red IdM@ti
- [4] Delors, J. (Coord) "La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI". Madrid, Santillana, 1996.
- [5] Moust, J.H.C., Bouhuijs, P.A.J., Schmidt, H.G. "El aprendizaje basado en proyectos: Guía del estudiante". Cuenca: Ediciones de la UCLM, 2007.
- [6] Schmidt, H.G. "Problem-based learning: rationale and description". Medical Education, 17, 11-16, 1983.
- [7] De Miguel, M. (Ed.). "Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior". Madrid: Alianza, 2005.
- [8] Vizcarro, C., & Juárez, E. "¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en proyectos? La metodología del Aprendizaje Basado en proyectos." http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf, Descargado a fecha de 23/06/2017.
- [9] Barrows, H.S. "A Taxonomy of problem-based learning methods". Medical Education, 20(6), 481-486, 1986
- [10] J. Rojter, ASEE Conference, "Development and implementation of PBL and other inductive

pedagogies in engineering science: work in progress”, Atlanta, 2009

- [11] D. H. Jonassen, S. K Khanna, ASEE Conference, Implementing problem based learning in materials science, Vancouver, 2011 Eyler, J. & Gilers, D. E. (1999). Where’s the learning in service-learning? San Francisco: Jossey-Bass. Felder, R. M., & Brent, R. (2003). Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria. Journal of Engineering Education, 92(1), 7–25.
- [12] Oakes, W. (2004) Service-Learning in engineering: A resource guidebook. Providence: Campus Compac

MÁS ALLÁ DE LAS MONOGRAFÍAS

P. Fernández

Departamento de Física de Materiales, Fac. Ciencias Físicas, Universidad Complutense
Ciudad Universitaria, 28040 Madrid,
arana@ucm.es

Resumen: La realización de trabajos monográficos ha sido tradicionalmente una de las tareas más empleadas como complemento a la evaluación en los cursos universitarios. El cambio producido en las últimas décadas, sobre todo en relación con el acceso a la información y las herramientas relacionadas, sugiere la necesidad de replantearse el uso extendido de la elaboración de monografías. En este trabajo se revisan algunas alternativas fácilmente aplicables en asignaturas de nivel universitario en cualquier disciplina, en particular en Ciencia de Materiales.

Palabras clave: evaluación formativa, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en juegos.

1. INTRODUCCIÓN.

El uso de las tareas de elaboración de monografías por parte de los alumnos ha sido, y es, ampliamente utilizado sobre todo en los niveles educativos más altos, tanto preuniversitarios como universitarios. Sin duda es una tarea que permite desarrollar importantes competencias en los estudiantes: estrategias de búsqueda de información, habilidades de comunicación escrita, etc. Sin embargo, en la práctica habitual, cuando se utilizan este tipo de trabajos no se hace hincapié en estas competencias que, sobre todo en los niveles universitarios, se consideran ajenas al programa de la asignatura. Esto hace que pierdan buena parte de su utilidad, más cuando en la evaluación final, no suelen valorarse estos aspectos, o al menos no como fundamentales. Por el contrario, el foco suele ponerse en los contenidos desarrollados. Esta forma de valorar las monografías tenía todo el sentido hace unos años, cuando el acceso a la información no era tan inmediato como lo es en la actualidad, sin embargo, las herramientas actuales nos obligan a reconsiderar el papel de este tipo de tareas y dotarlas de características más acordes con las necesidades actuales. En este trabajo se plantea el uso de tareas alternativas a la elaboración de monografías por parte de los alumnos. Nos movemos hacia el desarrollo de una gran variedad de proyectos que abarcan desde videos hasta páginas web que obligan no sólo a buscar información sino a reestructurarla, evitando el conocido “recorta, pega” tan frecuente en muchos de los trabajos que pedimos a los estudiantes.

2. EL USO DE MONOGRAFÍAS.

Es evidente que el uso de monografías sigue teniendo un gran valor como actividad complementaria adaptable a cualquier nivel de estudios y a cualquier disciplina. Hagamos una reflexión sobre las habilidades o competencias que permiten desarrollar. Básicamente encontramos dos categorías: competencias transversales y competencias disciplinares. En el primer grupo

incluimos aspectos comunes a todas las disciplinas: estrategias de búsqueda y gestión de la información, redacción, uso de un lenguaje apropiado, uso y referencia correcta a las fuentes bibliográficas, etc. En el segundo grupo nos centramos en lo que es propio de cada disciplina, es decir los contenidos. Que estén actualizados, sean correctos, y estén tratados en la profundidad acorde al nivel establecido, serán los puntos sobre los que se establezca la evaluación. En general, a medida que nos movemos a cursos más altos se va dando más importancia a lo que hemos llamado competencias disciplinares. En la actualidad, todos los centros universitarios garantizan a los estudiantes el acceso a una gran cantidad de fuentes bibliográficas fiables, revistas en las que se publican artículos de investigación, portales propios o de otras universidades, campus virtual, etc., por lo que los criterios de evaluación que mencionábamos antes, no nos permiten un margen de discriminación amplio de las calificaciones. La consecuencia inmediata es que entran a formar parte de la calificación final del curso en un porcentaje muy pequeño. Y los estudiantes lo saben. Por otra parte, como la evaluación se realiza sobre todo a través de un examen final, se reservan para los trabajos monográficos temas no esenciales para el desarrollo del programa. De esta manera, cada estudiante profundiza sobre un tema, que no está estrictamente incluido en el programa, sobre el que el resto de sus compañeros no habrán trabajado, y que no será objeto del examen. Es cierto que, en la mayor parte de los casos, la elaboración de monografías va acompañada de una presentación del trabajo de cada estudiante ante sus compañeros, sin embargo, bajo ningún concepto puede considerarse como una clase, o una exposición de contenidos que realmente produzca aprendizaje en los compañeros del estudiante que expone. ¿Por qué? En general, los tiempos de exposición son muy cortos (10-15 minutos), que no son apropiados para estructurar una lección. Es difícil que algún estudiante pueda plantear una pregunta sobre el tema porque, con gran probabilidad será el primer acercamiento al mismo, no ha tenido tiempo para madurar los conceptos y no podemos olvidar el temor

natural a poner en una situación comprometida a un compañero. De nuevo, nos encontramos ante la situación que señalábamos antes, un estrecho margen de discriminación en la valoración de los trabajos que nos lleva a concederles muy poco peso en la calificación global. No obstante, la carga de trabajo que supone la elaboración de una buena monografía o una revisión del estado del arte de un determinado tema, puede ser comparable a la de preparar el examen de, al menos, una buena parte de una asignatura. Es decir, estamos fomentando la realización de trabajos monográficos simplemente aceptables, en el mejor de los casos. Y la contribución de éstos al aprendizaje es realmente escasa.

Hasta aquí, hemos dejado de lado lo que incluíamos en la categoría de competencias transversales. A primera vista pueden parecer más difíciles de evaluar, sin embargo, bastaría con disponer de una rúbrica adaptada al tipo de trabajo que se pide. En la tabla 1 (incluida al final, ya que, debido a su anchura, perdía visibilidad al adaptarla al formato del texto), se presenta un ejemplo en el que se reflejan en la primera columna los criterios de evaluación que se refieren a contenidos, (en el ejemplo están formulados en términos de corrección, precisión y claridad de la respuesta/ conceptos expuestos). En las tres columnas siguientes, se incluyen los criterios a los aspectos más formales que nos ocupan en este punto, redacción, buen uso de la bibliografía, estructura del trabajo, etc. La quinta se refiere a la estructura y puede aplicarse tanto a una memoria escrita como a la exposición oral, a la que se dedican en exclusiva las tres últimas columnas. Sin embargo, no olvidemos que uno de los puntos básicos que se deben observar en el proceso enseñanza- aprendizaje es que todo lo que se trabaje debe ser valorado y evaluado, pero también que todo lo que se evalúe debería haberse trabajado explícitamente. Por tanto, si vamos a evaluar un trabajo monográfico en todas las dimensiones mencionadas, debemos estar dispuestos a trabajar igualmente todas esas dimensiones. No podemos suponer que como se trata de competencias transversales, ajenas a nuestra disciplina, “alguien las trabajará”, porque de ese modo estamos quitando gran parte del valor, en cuanto a desarrollo de competencias, que tiene este tipo de tareas.

Una última reflexión. Como mencionábamos antes, a la hora de asignar los temas a los estudiantes, habitualmente lo que se hace es seleccionar “temas de ampliación”, temas fuera del programa de la asignatura, a menudo interesantes para los profesores (por cercanía a su tema de investigación o a otras asignaturas que pueda estar impartiendo) pero no siempre interesantes para los estudiantes, para quiénes, además, tienen un valor marginal de cara a la evaluación. Realmente ¿podemos esperar estudiantes motivados e implicados en este tipo de tareas?

3. MÁS ALLÁ DE LAS MONOGRAFÍAS.

Hay muchas alternativas. La primera son las propias monografías, eso sí con un enfoque adecuado al entorno actual, en el que la valoración y la carga de trabajo estén alineadas, en el que no tengan un carácter marginal. En

este apartado daremos unos cuantos ejemplos. No tratamos de hacer una relación exhaustiva de posibles tareas, si no tan solo de ilustrar con unos cuantos ejemplos, lo que podrían constituir los primeros pasos de cualquier profesor que quiera implicar a sus estudiantes con tareas motivadoras, sin descuidar los contenidos disciplinares. Todos los ejemplos que se incluyen se han llevado al aula en diversas asignaturas del campo de la Ciencia de Materiales, pertenecientes a diversos niveles (licenciatura, grado, máster), y todos ellos son fácilmente adaptables a cualquier asignatura y nivel educativo. Los dos criterios fundamentales para realizar la selección de los ejemplos son que se trate de tareas en las que los estudiantes deban aplicar los contenidos que se trabajan en clase, no desarrollar otros nuevos; y que puedan realizarse en formatos variados, acordes con los intereses y habilidades de cada estudiante, en los que necesariamente se requiera una reelaboración profunda de la información.

3.1.- Líneas temporales

En este tipo de actividad se trata de analizar la evolución de un objeto a lo largo del tiempo, desde una perspectiva adecuada a la temática de la asignatura. Por ejemplo, se puede estudiar cómo han ido evolucionando los materiales empleados en un grifo [1] a lo largo de la historia. Nos encontraremos con materiales con propiedades muy diversas: madera, aleaciones metálicas, polímeros, aleaciones con memoria de forma, etc. Podemos elegir el objeto u objetos de manera que implique la mayor parte de materiales o conceptos que estemos trabajando en nuestra asignatura. No se trata de que los estudiantes escriban una memoria sobre polímeros o aleaciones metálicas, sino de que sobre un objeto real sean capaces de identificar los diferentes materiales que se han utilizado y por qué: qué mejoras han introducido, qué nuevas funciones o aplicaciones han permitido, etc. En el ejemplo del grifo [1], la información está reelaborada en forma de un poster, en el que se narran algunos de los cambios más notorios experimentados por este objeto, sin embargo hay herramientas de uso gratuito que permiten generar líneas de tiempo en formatos muy atractivos y fáciles de usar como JS Timeline [2]. Se pueden encontrar algunos ejemplos en [3, 4] en los que se repasan los materiales de objetos tan variados como las pelotas, los coches, los envases o la bicicleta.

3.2.- Juegos de mesa

Los juegos constituyen una herramienta extraordinaria y se pueden utilizar con diferentes fines y en diferentes momentos de un curso [5], pero aquí nos vamos a referir no tanto a su uso como a su diseño. La tarea que se les plantea a los estudiantes es precisamente que creen un juego (o adapten uno ya existente) a una temática próxima al curso. ¿cómo? A través de un banco de preguntas que se deberán ir contestando para avanzar en el juego, una misión, etc. En la figura 1 se muestra un ejemplo, en el que sin duda reconoceremos el juego de la escalera. Las casillas amarillas representan preguntas fáciles, si se fallan, se desciende por el tobogán, las

azules tienen un grado de dificultad intermedio, si se aciertan se avanza, si no se permanece en la misma casilla; finalmente las rojas son difíciles, si se falla no pasa nada, si se aciertan se asciende por la escalera. Para hacer este diseño, los estudiantes tienen que elaborar un banco de preguntas y respuestas sobre los contenidos de la asignatura, seleccionar los conceptos básicos que son el objeto de las preguntas amarillas, y ser capaces de graduar la dificultad del resto de las preguntas. Este tablero en particular se realizó en una asignatura de la licenciatura en Física, Equilibrio y Cinética de Sólidos durante el curso 2009-2010, en la que se estudiaban transformaciones de fase, procesos de nucleación y características de las superficies e intercaras. Se pueden encontrar más ejemplos en [6].

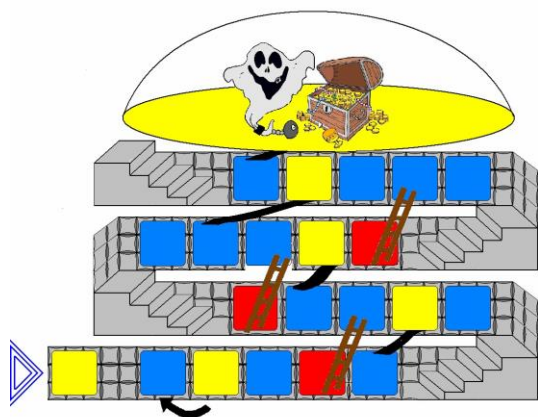


Figura 1.- El juego del fantasma

En el caso del Equipoly, las calles de la ciudad se han transformado en conceptos de la asignatura, las edificaciones en mejoras a realizar en el laboratorio y las tarjetas de suerte y sorpresa en cuestiones sobre el temario que hay que responder. con más detalle de lo expuesto aquí en [6]. También se pueden encontrar otros juegos y versiones de los dos incluidos aquí, modificados por la autora de este artículo para mejorar o ampliar algunas características, sin embargo aquí se ha preferido ilustrar las versiones originales creadas por los alumnos.



Figura 2.- Equipoly

En la actualidad no es necesario tener conocimientos de programación para crear juegos “on line”, hay paquetes de “software” que permiten la creación de plataformas de juego propias con un esfuerzo moderado y sin necesidad de programar, por dar un ejemplo un grupo de profesores del IES de Teis en Pontevedra [7] ha diseñado una plataforma que permite crear juegos como

el ahorcado, hundir la flota, carreras, ¿quiere ser millonario?, etc. En este caso basta con introducir un banco de preguntas adecuado a nuestros intereses, el programa genera un fichero en código html que se puede enlazar en una página web o en un documento, se pueden encontrar varios ejemplos en [8].

3.3.- Página web

Hace unos años era necesario saber programar para poder hacer una página web, sin embargo, actualmente hay tanto editores tipo wysiwyg como portales que permiten diseñar páginas sin ningún conocimiento de programación, lo que permite concentrar los esfuerzos en el desarrollo de los contenidos. En cierto modo es parecido a una monografía, pero el formato de página web, la estructura y gestión de los documentos vinculados, obliga a hacer una reelaboración muy profunda de la información. Es un formato que resulta muy atractivo para los estudiantes, porque no les requiere ningún conocimiento extra y les resulta más próximo a otros formatos de trabajo a los que están más acostumbrados. Se pueden ver ejemplos sobre los materiales que se utilizan en los diversos elementos de una ciudad moderna, o los componentes del ITER por ejemplo en [4].

3.4.- Vídeos

Es la versión actual de los juegos de rol o dramatizaciones tradicionales. Para la mayor parte de los estudiantes no es tan atractivo por la dificultad que representa poder realizar las grabaciones y los conocimientos de edición de vídeos requeridos, sin embargo, los resultados suelen ser bastante buenos. Hay algunos ejemplos en el apartado de Documentales de la página web [4], que ilustran los formatos básicos en los que se pueden rodar este tipo de documentales. El titulado “Spider Sector” desarrolla un argumento, al hilo del cual se van repasando las propiedades básicas de la seda de araña. En los Materiales de la Cocina, no hay trama, si no “locutores” que van describiendo los diversos materiales que nos encontramos en una cocina actual. Finalmente, en Música y Naturaleza se aborda un formato tipo “draw my life”, en este caso para hacer una revisión de la historia de la guitarra y los materiales que se utilizan en su construcción.

Hay muchas más posibilidades que se describen en [9], los recursos asociados (elaborados por la autora o los estudiantes de las distintas asignaturas, tal como se refleja en los enlaces correspondientes) pueden descargarse en [4, 6, 8].

4. CONCLUSIONES.

Los cambios que se han producido en los últimos años y las nuevas necesidades del mercado laboral, nos obligan a reflexionar sobre la adecuación de las tareas que se proponen a los estudiantes.

En este trabajo hemos realizado una reflexión sobre el papel actual de las tradicionales monografías. Asimismo, hemos indicado algunos ejemplos de tareas alternativas, fáciles de implementar en cualquier

asignatura y que permiten desarrollar de manera adecuada competencias relacionadas con los contenidos disciplinares, dejando a los estudiantes un mayor

margen para su propia creatividad y propiciando un grado de implicación.

Tabla 1. Ejemplo de rúbrica de evaluación

	CONTENIDOS	MEMORIA Y TRABAJOS (ASPECTOS FORMALES)				PRESENTACIÓN (ASPECTOS FORMALES)		
	Corrección de la respuesta	Justificación de la respuesta	Redacción	Uso de la bibliografía	Estructura	Claridad de la exposición	Ritmo	Estética
Muy bien	La respuesta es totalmente correcta	Está bien razonado y sustentado con la documentación aportada	La redacción es clara, gramaticalmente correcta y no contiene faltas de ortografía	Los recursos utilizados son adecuados, tanto en calidad como en cantidad	Las distintas secciones están bien separadas y ordenadas.	Las ideas están clara y correctamente explicadas	La exposición se sigue bien y está acompañada con el material de apoyo utilizado	Las transparencias (o cualquier otro material de apoyo usado) son agradables a la vista, resaltan bien los contenidos, contienen la información adecuada
Bien	La respuesta es correcta aunque un poco imprecisa o incompleta	Las conclusiones están de acuerdo con el hilo de la argumentación aunque no son del todo correctas	La redacción es gramaticalmente correcta y no contiene faltas de ortografía, pero el vocabulario no es adecuado	Los recursos utilizados son poco adecuados o escasos	No hay una estructura explícita pero está bien ordenada	Las ideas expuestas son correctas pero no están bien explicadas	El material de apoyo es adecuado pero la exposición es muy rápida.	Las transparencias (o cualquier otro material de apoyo usado) son agradables a la vista, resaltan bien los contenidos, pero contienen demasiada o poca información
Regular	La respuesta no es correcta, pero contiene alguna indicación en el sentido de la respuesta correcta	La justificación es pobre, y no está ajustada con las conclusiones o no hay conclusiones	El vocabulario no es adecuado. La redacción no es clara	Los recursos utilizados no son adecuados			La exposición es muy lenta	
Mal	La respuesta es errónea	No está justificada la respuesta	La redacción no es clara. El vocabulario no es adecuado. Contiene fallos gramaticales y faltas de ortografía	No se han utilizado recursos	No hay estructura y no está bien ordenada	Las ideas expuestas no son correctas, la explicación es poco clara	La exposición es muy lenta y no está acompañada con el material de apoyo	No está cuidada, no se resaltan los contenidos, no contiene la información adecuada. Excesivos efectos de animación.

4.- REFERENCIAS

La mayor parte de las referencias incluidas son enlaces a distintas secciones de la página web de la autora (<http://piloto.fis.ucm.es/paloma1/>) desde la que se puede acceder a todos los recursos descritos.

- [1] Evolución de los materiales usados en la fabricación de objetos cotidianos (<http://piloto.fis.ucm.es/paloma1/juegos/evolucion/evolucion.htm>)
- [2] JS Timeline (<https://timeline.knightlab.com/>)
- [3] http://piloto.fis.ucm.es/evolucion_materiales/index.htm
- [4] http://piloto.fis.ucm.es/paloma1/Proyectos_web.html
- [5] P. Fernández Sánchez, Enseñanza de Ciencia de Materiales en la Universidad a través de los juegos, Boletín de la Sociedad Española de Materiales, Junio 2010
- [6] <http://piloto.fis.ucm.es/paloma1/juegos/juegosdemesa.htm>
- [7] J.C. Galán Pardo, J.A. Garabatos Cuadrado y Jorge Pedrosa Rúa, Taller de Juegos Educativos, http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2008/taller_juegos_edu/index.php
- [8] http://piloto.fis.ucm.es/paloma1/juegos_y_actividades.htm
- [9] Cada maestrillo tiene su librillo, <http://maestrillosxxi.blogspot.com.es/>

IdM@tI: Red de Innovación Docente en Materiales Interuniversitaria

T. Gurayaz¹, M. Segarra², N. Salán³, P. López-Crespo⁴, J. Orozco⁵, D. Sales⁶, L. Cabedo⁷

¹Universidad del País Vasco UPV/EHU, Pº Rafael Moreno Pitxitxi 3, 48013 Bilbao, teresa.guraya@ehu.eus

²Universitat de Barcelona UB, Martí i Franquès, 1-11 08028 Barcelona

³Universitat Politècnica de Catalunya UPC, Carrer de Colom, 1, 08222 Terrassa

⁴Universidad de Málaga UMA, Avda. Cervantes, 2 29071 Málaga

⁵Universitat Politècnica de Valencia UPV, Ed.Nexus 4ª planta, Camino Vera s/n, 46022 Valencia (Spain)

⁶Universidad de Cádiz UCA, Campus Universitario Río San Pedro s/n, 11510, Puerto Real

⁷Universitat Jaume I de Castelló, UJI, Avenida de Vicent Sos Baynat, s/n, 12071 Castelló

Resumen: IdM@ti es una red interuniversitaria formada por profesores de ciencia e ingeniería de materiales de varias universidades del estado español, comprometidos con la innovación docente. Se describe su origen, motivación y objetivos así como las actividades que ha realizado hasta el momento y los retos que se marca para el futuro.

Palabras clave: innovación docente, red interuniversitaria, ciencia de materiales.

1. INTRODUCCIÓN.

El año 2011 se celebró un encuentro en la Universitat Jaume I de Castelló, en el que participaron un grupo de profesores de siete universidades del estado, todos ellos docentes de asignaturas de Materiales en diversos grados de ingeniería. La reunión se organizó como un foro para poner en común las inquietudes, problemas y necesidades para abordar los cambios metodológicos que debían implementar en su docencia en el marco del EEES. Como resultado de esa primera reunión se constituyó la red IdM@ti [1].

2. MISIÓN y VISIÓN.

IdM@ti es el acrónimo de la Red de Innovación docente en Materiales, Interuniversitaria. Está formada por profesores de diferentes universidades, expertos en el ámbito de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. El objetivo es afrontar los actuales retos docentes en el área, desde una perspectiva multidisciplinar, dinámica y colaborativa, compartiendo y generando recursos, con el objetivo de alcanzar la excelencia dentro del marco del EEES. Para alcanzar los objetivos se viene diseñando y coordinando actividades, intercambiando experiencias, compartiendo materiales propios, realizando proyectos conjuntos, promocionando la interacción entre alumnos de diferentes universidades y titulaciones en trabajos comunes, etc. Para trabajar, la red utiliza herramientas de comunicación y espacio colaborativo, realizando una reunión anual de coordinación para revisar los objetivos, su grado de cumplimiento y proponer nuevas actividades.

3.- MATERIAES Y METODOLOGÍAS.

Los miembros de IdM@ti trabajan para poner en común materiales de trabajo en el aula y en el laboratorio. Determinar los contenidos y el alcance de estos materiales no es sencillo debido a que el currículo de los

estudiantes es muy diverso, pertenecen a diferentes grados, cursan asignaturas en cursos distintos y con diferente grado de profundización en los conceptos de ciencia e ingeniería de materiales, etc. Los materiales sobre los que se ha encontrado un interés común y que cada miembro ha ido aportando de sus propia experiencia incluyen: baterías de preguntas tipo test, guiones de prácticas básicas de Ciencia de Materiales, materiales audiovisuales de acceso libre en la red, páginas web de interés docente, etc.

Como red se ha trabajado coordinadamente en proyectos de ingeniería estructurados sobre la metodología de Aprendizaje Basada en Proyectos (ABP). Esta metodología permite trabajar y evaluar competencias transversales, uno de los cambios sustanciales que han derivado del EEES [2-3]. En distintas universidades se trabajan los mismos proyectos, quedando en mando de los docentes la adaptación de la idea básica a las circunstancias específicas de su aula, siendo los más diferenciadores el nivel de profundidad de conocimiento de los objetivos que persigue, las competencias transversales que debe trabajar y su nivel y el número de alumnos en el aula.

Tras repetir la experiencia durante tres años, IdM@ti ha abordado un nuevo reto, aplicar la metodología ABP a un fin social, lo que se conoce como Aprendizaje Servicio (APs). Este cambio permite trabajar un conjunto de competencias relacionadas con el compromiso social solidario, que parece que va a formar parte del currículo de los estudiantes en su formación integral como profesionales y ciudadanos.

4. PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE O INNOVACIÓN EDUCATIVA.

IdM@ti utiliza los proyectos de innovación docente o innovación educativa como instrumento para vehicular

su trabajo. Acude como red a las convocatorias de los organismos de innovación docente de las universidades para encontrar financiación para realizar sus proyectos y hacer difusión de los resultados. La tabla 1 muestra los proyectos que han sido financiados hasta el momento junto a la universidad financiadora y los años de ejecución.

Tabla 1. Proyectos de innovación docente financiados.

PID/PIE	UNIVERSIDAD FINANCIADORA
Integración de la metodología PBL y del uso del software CES EduPack a través de TIC. CMS como instrumentos facilitadores del aprendizaje cooperativo, a través de la red interuniversitaria de innovación docente en materiales idM@t	UPV/EHU 2011-2013 UJI 2012-2013
La metodología PBL como herramienta de coordinación docente interuniversitaria, a través de la red interuniversitaria de innovación docente en materialesidM@ti	UJI 2013-2014
NIDAS: Un pódium interuniversitario	UJI 2014-2015
Aprendizaje basado en proyectos (ABP) en el marco de una experiencia de aprendizaje-servicio (APs) interuniversitaria en ingeniería	UJI 2015-2016
El aprendizaje-servicio -APs- con fin social: una experiencia ABP interuniversitaria de docencia de Ciencia de Materiales en diferentes grados ingeniería	UPV/EHU 2015-2017
Aprenentatge basat en projectes (ABP) en el marc de una experiència de aprenentatge-servei (APs) interuniversitària en enginyeria	UB 2015-2017

5.- DIFUSIÓN DE RESULTADOS.

La red IdM@tI considera importante la visualización de su trabajo en innovación docente con distintos objetivos: dar a conocer el resultado de su trabajo para mostrar a otros docentes ejemplos de aplicación de metodologías activas de aprendizaje en el ámbito de las ciencia de materiales, mejorar el currículo de innovación docente de los docentes que toman parte de las actividades y cumplir el compromiso que se adquiere

con las entidades financiadoras. Con estos objetivos los miembros de la red han publicado los trabajos que se indican en la tabla 2. Esta tabla incluye también actividades de difusión destinadas a dar la propia red.

Tabla 2. Difusión de resultados.

Moliner, M. L, Guraya, T, Lopez-Crespo, P, Royo, M, Gamez-Perez, J, Segarra, M, Cabedo, L., "Acquisition of transversal skills through PBL: a study of the perceptions of the students and teachers in materials science courses in engineering" Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences, 2015, 2 (2), 121-138.
Cabedo L., Guraya T., Lopez-Crespo P., Royo M., Gamez- Perez J., Segarra M., Moliner M. L., "Assessing the Project Based Learning methodology in Materials Science courses within an inter-university educational network", Advances in Higher Education, Ed.: J. Domenech, J. Lloret, M.C. Vincent-Vela, E. de la Poza, E. Zuriaga, 2016.
Orozco J., Guraya T., Cabedo L., Gámez-Perez J., Izquierdo R., Segarra M., Sales D., González D., López-Crespo P., Olivella G., Robinson A., Rupérez E., Illescas S., Salán N., IdM@ti: A Networking Experience in Materials Science and Technology, 4th International Materials Education Symposium, 2012, Cambridge.
Guraya T., Iturrondobeitia M., Cabedo L., Gámez-Perez J., Sales D., Ben T., Olivella G., Inter-university Project Based Learning activity for Innovation in Materials and Product Design Teaching, 5th International Materials Education Symposium, 2013, Cambridge.
Segarra M., Salán N., Guraya T., Ibarretxe J., Orozco J., Cabedo L., Gámez J., Izquierdo R., Sales D., González D., López-Crespo P., Olivella G., Educational Innovation in Materials Science and Engineering at University in Spain, Euromat 2013, 2013, Sevilla.
Guraya T., Iturrondobeitia M., Cabedo L., Gámez J., Martínez, M., Segarra, M., Experiencia PBL en el marco de la red de Innovación Docente en Ciencia de Materiales IdM@atI, Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XXICUIET), 2013, Valencia.
Cabedo L., Guraya T., Segarra M., Orozco J., Sales D., López-Crespo P., Salán N., Olivella G., La red IdM@tI: Innovación Docente en Materiales, Congreso: Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XXICUIET), 2013, Valencia.
Cabedo L., Guraya T., Lopez-Crespo P., Royo M., Gamez-Perez J., Segarra M., Moliner M. L., A Project Based Learning interuniversity experience in materials science, 1st International Conference on Higher Education Advances, HEAd'15, 2015, Valencia.
Cabedo L., Guraya T., Lopez-Crespo P., Royo M., Gamez-Perez J., Segarra M., Moliner M. L. A Project Acquisition of transversal skills through PBL: a study

of the perceptions of the students and teachers in materials science courses in engineering, International Conference on Education, Social and Technological Sciences (EduRe'15), 2015, Valencia.

Guraya T., Cabedo L., Segarra M., López-Crespo P., Sales D., Salán N., Idm@ti, Inter-university Network of Materials Science and Engineering Teaching. A innovative proposal for improving teaching and learning in Spanish universities. World Conference on Educational Sciences, 2016, Madrid.

Salán, N., Cabedo, L., Segarra, M., Guraya, T., Gamez-Perez, J. IdM@tI interuniversity PBL in material selection and components design, 7th North American Materials Education Symposium, 2016, Berkeley.

6.- RRETOS FUTUROS.

IdM@tI se propone seguir desarrollando materiales y actividades que ayuden a sus miembros a seguir avanzando en sus procesos de adaptación al nuevo EEES. Y al mismo tiempo seguir reflexionando sobre la responsabilidad de nuestra docencia en la formación de ciudadanos comprometidos, solidarios y adaptados a las tecnologías y necesidades su tiempo. Y para este reto, cuanta más energía seamos capaces de captar y mayores sinergias podamos generar podremos llegar más lejos y con mejores resultados. Por ello, la red está abierta a la participación de universidades de territorios de habla hispana, con interés en la innovación docente en el ámbito de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

7.- AGRADECIMIENTOS.

IdM@tI agradece a todos sus miembros el esfuerzo que hacen para encontrar tiempo en su profuso quehacer universitario para dedicarlo a este proyecto común.

IdM@tI también quiere agradecer a todos los agentes apoyo a la innovación docente de sus universidades la ayuda que le vienen prestando a través de la financiación de proyectos de innovación docente y educativa y en algunos casos el reconocimiento formal con grupo de innovación.

8.- REFERENCIAS

- [1] idmati.net.
- [2] Moliner, M. L., Guraya, T., Lopez-Crespo, P., Royo, M., Gamez-Perez, J., Segarra, M., Cabedo, L., Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences, 2015, 2 (2), 121-138.
- [3] Cabedo L., Guraya T., Lopez-Crespo P., Royo M., Gamez- Perez J., Segarra M., Moliner M. L., Advances in Higher Education, Ed.: J. Domenech, J. Lloret, M.C. Vincent-Vela, E. de la Poza, E. Zuriaga, 2016, 209-223.

NORMAS DE PRESENTACION DE LA REVISTA “MATERIAL-ES”

A. Pérez¹, M. Martínez¹, J. López²

¹Centro y dirección 1, antper@unizere.es

²Centro y dirección 2

Resumen: En el siguiente texto se presentan las normas para la presentación de los trabajos completos. (*El formato en el que se presenta el presente texto, sirve de orientación a la estructura del trabajo*). El no cumplimiento de estas directrices puede implicar la exclusión del trabajo en la revista.

Palabras clave: palabras clave que caractericen el contenido del artículo separadas por comas.

1. EXTENSIÓN.

Se admitirán trabajos completos de hasta 4 páginas (máximo) incluyendo todas las secciones, ajustándose al formato que se indica a continuación. Para su correcto procesamiento, el fichero resultante deberá tener un tamaño menor a 10 MB.

2. FORMATO GENERAL.

Los márgenes serán de 2 cm en todos los casos (superior, inferior, derecha e izquierda). El texto debe ajustarse a 2 columnas (Excepto el Título, Autores y Resumen), con espaciado entre columnas de 1cm. Se utilizará espaciado simple entre líneas de texto dejando una línea en blanco entre párrafos (sin sangrado), así como entre el encabezado de cada apartado y el texto.

Tipo de letra para el texto principal: Times New Roman 10.

3. TÍTULO.

Centrado la parte superior de la primera hoja sin dejar espacio. Letra: Times New Roman 12, mayúsculas y **negrita**.

4.- AUTORES.

El nombre de los autores constará centrado debajo del título, dejando una línea en blanco. Tipo de letra: Times New Roman 11 **negrita cursiva** y en minúsculas. Deberá subrayarse el nombre del autor que presenta el trabajo y la pertenencia a distintos centros se indicará con un superíndice detrás del nombre.

Tras una línea en blanco, se indicará la filiación de los autores. Debe hacerse constar la dirección de correo electrónico del ponente. La dirección de cada centro, en su caso, se incluirá en una línea diferente. Times New Roman 11.

5.- RESUMEN.

No excederá las 150 palabras en la versión castellano. Se colocará debajo de los autores tras 4 líneas en blanco. El texto principal a doble columna comenzará tras dos líneas en blanco de las palabras clave.

6.- ENCABEZADOS.

Los encabezamientos de los distintos apartados se mecanografiarán en mayúsculas y en negrita y serán numerados correlativamente. Los subencabezados, en su caso, deberán ir en minúsculas y subrayados.

7.- ECUACIONES Y FÓRMULAS.

Se recomienda mecanografiar las fórmulas dejando una línea en blanco antes y después de las mismas y consignando su número de referencia entre paréntesis en el margen derecho.

8.- FIGURAS Y TABLAS.

Las figuras aparecerán insertadas en el lugar del texto que les corresponda.

Como norma general, las tablas y figuras deberán ocupar el ancho de columna, aunque en caso necesario pueden prepararse para abarcar el ancho de hoja. Las figuras, a las que se hará referencia en el texto, aparecerán numeradas correlativamente y con un pie de figura que tendrá la estructura que se muestra en el siguiente ejemplo:

Figura 1. Sección longitudinal del pliegue 2 A. Pliegue en la parte interna del codo. 2,4x.

Las tablas tendrán el mismo tipo de letra que el texto, anteponiendo a cada tabla el número y título correspondiente en la forma que se indica:

Tabla 1. Composición química de los aceros.

9.- REFERENCIAS

Se citarán en el texto con el número correspondiente entre corchetes: [1]. Aparecerán agrupadas en la última sección. Las referencias se numerarán correlativamente en el orden que aparecen en el texto, con la forma siguiente:

[1] Kamdar, M. H., “Embrittlement by Liquid and Solid Metals”, Ed. The Metallurgical Society, 1984.