

**ARTÍCULO INVITADO****LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE MATERIALES EN ESPAÑA Y EL RETO DEL EMPRENDIMIENTO****A. Martínez<sup>1</sup>, J.Y. Pastor<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Consultora financiera y graduada en Ingeniería de Materiales en la Universidad Politécnica de Madrid, [aliciamartinezramirez123@gmail.com](mailto:aliciamartinezramirez123@gmail.com)

<sup>2</sup>Departamento 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.

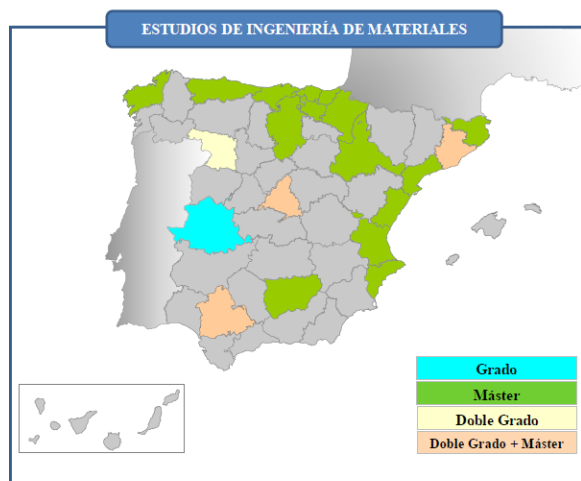


Figura 1. Distribución de las titulaciones de Ingeniería de Materiales en España.

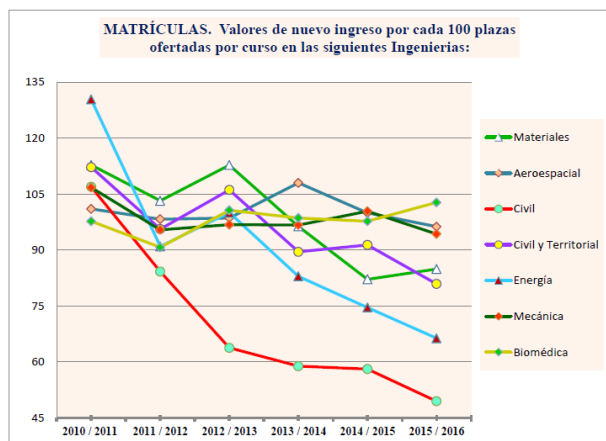


Figura 2. Evolución de las demandas de los Grados en Ingeniería más afines a Ingeniería de Materiales en España. Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016).

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.

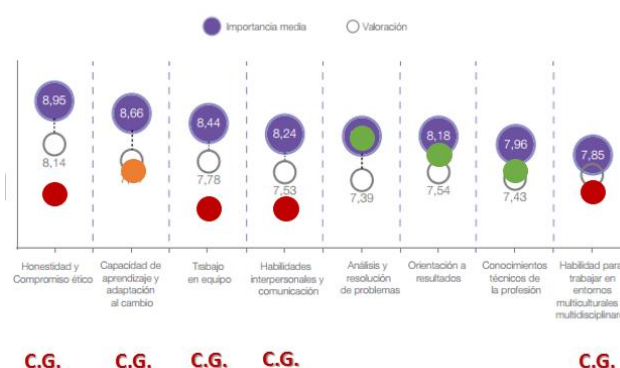


Figura 3. Importancia media y valoración de las distintas competencias que demanda el mercado laboral de los alumnos egresados. Los círculos (verdes, rojos y naranja) representan la posición según la valoración de los egresados del Grado de Ingeniería de Materiales. Se han marcado debajo las competencias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

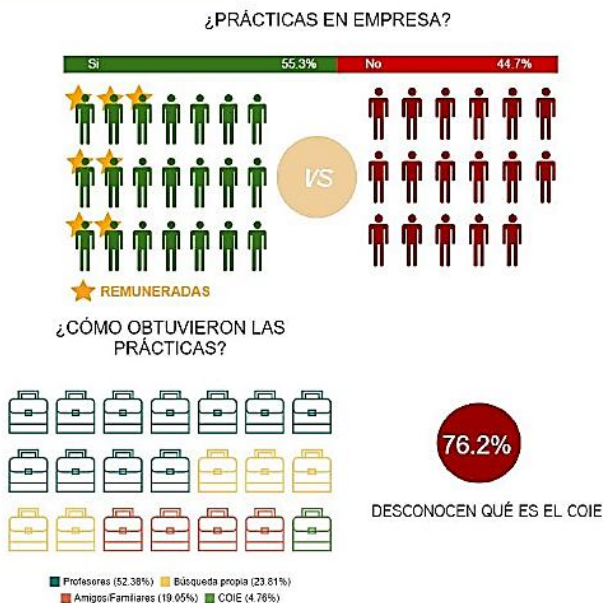
### 3.5 ...pero las hay

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

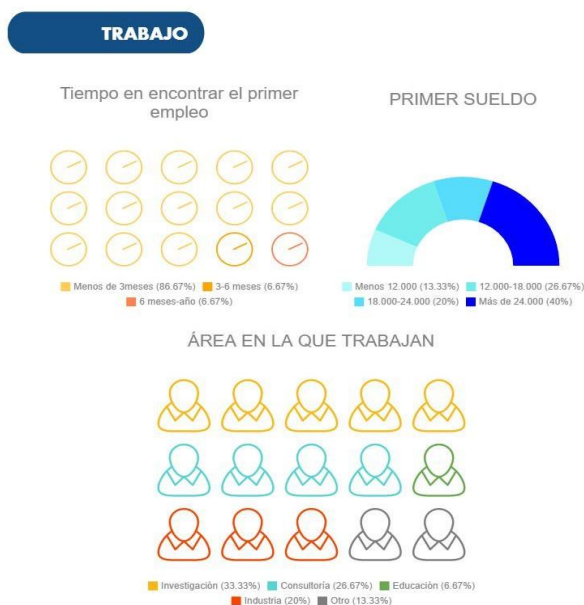


**Figura 4.** Infografía de la encuesta realizada a los estudiantes graduados en Ingeniería de Materiales en la UPM hasta 2016.

### 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](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
<b>Educación en competencias</b>	Media	> 1 año	Falta de tiempo de profesorado  Dinero	50%	Formadores  Profesores formados en las nuevas metodologías  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
<b>Crear una bolsa de prácticas y trabajo</b>	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
<b>Basar el plan de estudios en el futuro laboral</b>	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
<b>Dar mayores oportunidades internacionales y de movilidad nacional</b>	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
<b>Involucrar al CAIT en los estudios de Grado</b>	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