

## **Influencia en los estudiantes de ingeniería de un modelo integrador de procesos en las clases prácticas**

*Influence on engineering students of a process integration model in practical classes*

Jesús Justo Esteban  
Luis Távora Mendoza  
Juan Carlos Marín Vallejo  
Federico París Carballo

Universidad de Sevilla, España

### **Resumen**

En el presente trabajo se estudia la repercusión en el alumnado y el profesorado novel del desarrollo de un Proyecto de Innovación de clases prácticas. Éste integra diferentes tareas y objetivos formativos (actividades propuestas incluidas en el proyecto docente) en la asignatura "Mecánica de los Materiales Compuestos". Esta actividad se ha desarrollado en la Titulación de Ingeniería Aeronáutica impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI), de la Universidad de Sevilla en el curso 2011-2012. En ella se pretendía que los alumnos adquirieran una visión realista de los contenidos estudiados en la teoría y entraran en contacto directo con ellos a través de las instalaciones y recursos de un laboratorio de investigación de alto nivel tecnológico. Además, se buscó ampliar el conocimiento de los alumnos al realizar tareas que forman parte del proceso de producción de los materiales compuestos, tal como se hace en la industria aeronáutica. El Proyecto se centra en las actividades por las que aprenden los estudiantes, pero también pretende ser un medio de aprendizaje de los profesores sobre la enseñanza. Por ello se planifica en equipo (dos profesores expertos, responsables de la enseñanza teórica, y dos profesores noveles, responsables de las prácticas).

En este artículo se presenta la experiencia docente tal como fue planificada y desarrollada, y los resultados de la evaluación obtenidos con distintas técnicas que tienen en cuenta a los profesores, y a los alumnos. Se utiliza la evaluación como elemento imprescindible de la mejora del programa y de la acción docente.

**Palabras clave:** Prácticas; investigación; ingeniería; docencia; aprendizaje; innovación.

### **Abstract**

The influence of developing an Innovation Programme in Practical classes, on the students and the novice teachers, is studied in the present work. This programme integrates different tasks and formative objectives (included in the proposed activities in the learning programme) and has been

carried out in the subject "Mechanics of composite materials", in the degree of Aeronautics engineering of University of Seville during the academic year 2011-2012. In the activity the students obtained a realistic vision of the contents studied in the theoretical classes and were in direct contact with them using the facilities and resources of a laboratory with high technological level. The knowledge of the students were also increased by doing tasks related with the production of composite materials parts, just as done in the Aeronautic industry. The programme is focused on the activities where the students learn, and also tries to be a way of improvement of how to teach for the novice teachers. This is the reason why the activity has been planned in teams (two expert teachers, responsible of the theoretical classes, and two novice teachers, responsible of the practical classes).

In this paper we present the teaching experience as planned and developed. The results obtained in the evaluation, with several techniques that take into account the teachers and the students, are also shown. The evaluation is used as an essential element in the improvement of the learning programme and the teaching action.

**Key Words:** Practical classes; research; engineering; teaching; learning; innovation.

## Introducción

Este proyecto de innovación consiste en un conjunto de actividades prácticas estructuradas bajo un eje conceptual: acercar a los alumnos a los contenidos estudiados en las clases teóricas de la materia "Mecánica de los Materiales Compuestos" desde el punto de vista de su conexión con la realidad de la industria aeronáutica actual, y con un enfoque de enseñanza basado en la solución de problemas (Huber, 2000; Bará, Domingo y Varela, 2011). El interés por desarrollar esta actividad académica innovadora viene sugerido por varias prioridades: En primer lugar, la de mejorar el programa siguiendo las líneas de orientación del Espacio Europeo de Educación Superior, específicamente teniendo en cuenta la necesidad de una formación en competencias profesionalizadoras, en línea con las conclusiones del *Coloquio: The Fundamental Objectives of Engineering Instructional Laboratories* celebrado en San Diego (California, enero de 2002), donde se definieron trece objetivos fundamentales para los laboratorios de enseñanza en la ingeniería (Feisel y Rosa, 2005). De ellos destacan algunos que han ilustrado nuestro planteamiento: formarse una imagen de las posibilidades de acción dentro de la carrera elegida y el aprendizaje de habilidades, y no sólo el dominio del conocimiento (Yániz, 2008; Zabalza, 2002, 2012); con ello pretendemos también elevar la motivación del alumnado adoptando el enfoque de aprendizaje situado (Reder, Anderson y Simon, 1996), y aumentar el número de alumnos que aprueban la asignatura (Vázquez, 2009), una gran preocupación en diversas materias de Ingeniería (Márquez Ruiz y otros, 2004); en segundo lugar, evaluar la experimentación de nuevas propuestas con el fin de incorporarlas a los programas establecidos, si muestran un valor de calidad (Mauri, Coll y Onrubia, 2009); y en tercer lugar, como profesores, aprender de las propias experiencias didácticas (Knight, 2006; Bozu, 2010) integrando distintas estrategias de aprendizaje en un marco de solución de problemas reales, e incorporando las TIC como medios de aprendizaje autónomo (Capela, Ors y Martí, 2004); por ello consideramos como muy importante la evaluación de la experiencia docente, como análisis de la práctica teniendo en cuenta tanto la satisfacción de los estudiantes como su implicación en la tarea y su rendimiento en la asignatura (Gibbs y Coffey, 2001).

En este artículo en primer lugar se detalla la descripción de la experiencia llevada a cabo con los alumnos, y a continuación se detalla la metodología utilizada en la misma. Más adelante, se muestran los resultados obtenidos así como una discusión de los mismos; finalmente se presentan las conclusiones derivadas del trabajo.

## **Descripción de la experiencia**

La experiencia consiste en un conjunto de prácticas de laboratorio e informática y en la realización y presentación de un informe por parte de los alumnos de forma que se acerquen lo más posible a lo que significa el trabajo en una empresa. Fue planificada por el equipo de Profesores de la asignatura “Mecánica de los Materiales Compuestos” de 4º curso de los estudios de Ingeniería Aeronáutica (curso académico 2011-2012), con el fin de que la coordinación entre la teoría y la práctica fuese máxima.

Los **objetivos del proyecto** se integran en las competencias generales y específicas de la asignatura, haciendo especial hincapié en las siguientes:

- i. Acercamiento de los contenidos teóricos a la realidad, reforzando los mismos.
- ii. Estudio de los materiales compuestos.
- iii. Desarrollo de las siguientes capacidades:
  - Capacidad para la resolución de problemas
  - Capacidad de organización y planificación
  - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
  - Capacidad para trabajar en equipo
  - Capacidad de análisis y síntesis
  - Capacidad para el razonamiento crítico
- iv. Potenciación de la motivación y la ética profesional
- v. Mejora de la orientación académica mediante la labor tutorial.

## **Metodología**

El proyecto se inscribe en dos líneas prioritarias de innovación y mejora docente: La experimentación de nuevas metodologías docentes y el fomento de las distintas manifestaciones del trabajo en equipo. En definitiva, se organiza en torno a principios básicos de la enseñanza universitaria: Autonomía y Colaboración, Corresponsabilidad en la toma de decisiones, en la observación de procesos y en el cuidado de materiales; y ética en la elaboración y presentación de informes de investigación precisos, dando importancia a la comunicación de cada informe ante los compañeros en la clase, y aceptando la discusión oportuna, al modo como se procede en los simposios científicos.

## **Organización**

Con el fin de organizar la actividad se tuvo en cuenta el número de alumnos participantes y la posibilidad de uso del laboratorio (se trata de un laboratorio tecnológico que realiza análisis para diversas empresas del sector aeronáutico). El total de alumnos participantes fue de 111, que se distribuyeron en 14 equipos de unos 8 alumnos. Los equipos para la actividad en el Centro de Cálculo se organizaron en dos grupos de 55 alumnos.

El tiempo invertido por cada alumno en las actividades fue el siguiente:

- Las actividades de laboratorio tuvieron una duración de 6.5 horas.
- La actividad en el centro de cálculo requirió un tiempo aproximado de 2 horas, dependiendo del ritmo personal de cada alumno.
- Elaboración de la memoria y presentación de resultados (fuera del horario de clases) tuvo una duración aproximada de 4 horas.

La orientación de las diferentes actividades se realizó en las horas de tutoría de los profesores respectivos.

En referencia a los materiales y recursos disponibles para los alumnos se encuentran:

- Cinta unidireccional preimpregnada de fibra de carbono y resina epoxi.
- Material auxiliar para realización de bolsa de vacío (teflón, cinta de cromato, cinta adhesiva de alta temperatura, etc.)
- Utillaje para moldeo de las piezas.
- Sala limpia para la realización de los apilados, con control de temperatura, presión, humedad y número de partículas.
- Autoclave para la realización del curado de las piezas.
- Prensa de platos calientes para la realización del curado de las piezas planas.
- Máquina universal de ensayos y utillaje para realización de ensayos no estándar.
- Ordenadores con licencia para simulación con elementos finitos.

## **Actividades**

La metodología utilizada es fundamentalmente práctica. Los alumnos realizan todo tipo de actividades, desde las más manuales (fabricación y ensayos) a las más intelectuales (diseño y síntesis de resultados) utilizando siempre las tareas que han realizado previamente, haciéndose así responsables de las piezas (elementos estructurales) que tienen que analizar. La orientación del trabajo que han de realizar les dota de total libertad de decisión (dentro de unos parámetros prefijados) en cuanto a qué deben presentar, qué deben calcular, con qué método calcularlo y qué es lo importante a presentar de todas esas tareas. De este modo, se puede analizar la

capacidad de análisis y síntesis de los alumnos y ver si realmente entienden qué es importante a la hora de presentar unos resultados.

En todas las tareas a realizar, los equipos tenían trabajos distintos, partiéndose de premisas similares y pudiendo llegar a resultados totalmente dispares. Las tareas incluyeron diseño, cálculo, fabricación y ensayo de estructuras de material compuesto, y se han desarrollado de la siguiente manera:

- *Actividades de laboratorio:* Realización de 4 actividades relacionadas con la fabricación y ensayos en materiales compuestos. Estas actividades se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales del Departamento de Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

En la primera tarea los equipos de alumnos fabrican un laminado (mediante prensa de platos calientes) y un rigidizador (mediante compactación con bolsa de vacío y curado en autoclave) en material compuesto, similares a los utilizados en la industria aeronáutica. Estos elementos estructurales serán objeto de estudio en las siguientes tareas.

En la segunda tarea los equipos trabajaron los procesos de preparado de las probetas para ensayo (recorte, corte de probetas, adhesión de tabs, etc.) y estudiaron y pusieron en práctica las técnicas de medición de deformaciones necesarias para la obtención de resultados precisos en los ensayos.

En la tercera tarea los alumnos ensayaron, a tracción y a flexión respectivamente, las probetas y el rigidizador que prepararon en la tarea anterior. Una vez terminada la tarea se les proporcionaron a los equipos los resultados de los ensayos (cargas y desplazamientos) y las propiedades de los materiales ensayados, con el fin de que pudieran realizar las correlaciones pertinentes con los modelos que desarrollaran.

- *Actividad en el Centro de Cálculo:* Realización de actividades en ordenador con un software de elementos finitos (MSC Nastran) enfocadas al aprendizaje del diseño y modelado de piezas aeronáuticas de material compuesto. En la cuarta tarea se les enseñó a diseñar, modelar, calcular y post-procesar piezas de material compuesto mediante un programa comercial de elementos finitos (MSC Nastran), con el fin de que pudieran utilizar estas herramientas en los trabajos a presentar, si lo estimaban oportuno. Esta práctica es además muy necesaria, ya que este tipo de tarea es la que van a realizar muchos de los alumnos en su futuro profesional
- *Elaboración de una memoria y presentación de resultados:* Realización por parte de los alumnos de una memoria que incluye los resultados más relevantes obtenidos en las diferentes actividades de laboratorio y la correlación de dichos resultados con cálculos analíticos y/o numéricos (a elección de los equipos de alumnos). Por último, los estudiantes entregaron los trabajos que debían presentar, encontrándose en los mismos muchas peculiaridades a la hora de mostrar qué resultados les parecían interesantes y muchos lugares comunes a la hora de elegir qué métodos utilizar para la realización de los cálculos teóricos.

La realización de las presentaciones en clase no pudo llevarse a cabo debido al paro académico realizado por la comunidad de estudiantes en el mes de mayo (2012).

### **Evaluación de la actividad**

Teniendo en cuenta los objetivos de la actividad, la evaluación se ha realizado con diferentes técnicas, y teniendo en cuenta el punto de vista de los sujetos implicados en su desarrollo, según los principios del constructivismo que apoyan nuestra práctica de enseñanza (Mauri, Coll y Onrubia, 2009):

- *Evaluación de los alumnos.* La participación presencial en la actividad y la resolución de las cuestiones planteadas a los equipos fue valorada con un máximo de 1 punto, que se sumó a la nota obtenida en el examen. El equipo de profesores consideró que es importante integrar la nota del trabajo práctico y en equipo en la calificación final del curso, ya que es la forma de que los estudiantes universitarios puedan entender que el trabajo cooperativo tiene valor, como ya se ha encontrado en estudios de otros países (McCaslin y Good, 1997) y en nuestro país, también en Enseñanza Universitaria (Caballero y Garza, 2012; Bará, Domingo y Varela, 2011).
- *Evaluación de la propuesta por los profesores.* Los profesores responsables han evaluado el desarrollo de la actividad aplicando los siguientes criterios:
  - i. Motivación suscitada en los alumnos y mantenida a lo largo de la realización de las actividades.
  - ii. Satisfacción de los alumnos con el proceso de aprendizaje llevado a cabo y con el grado de aprendizaje conseguido.
  - iii. Comparación con los resultados obtenidos en el curso académico anterior.
- *Evaluación de las Prácticas por los alumnos.* Como elemento de análisis adicional, se realizó una encuesta de opinión entre los alumnos que realizaron las actividades correspondientes a este Proyecto, para obtener su punto de vista relativo a esta tarea. Esta encuesta constó de 5 preguntas de opinión tipo test y una pregunta abierta en la que podían escribir un pequeño párrafo dando su opinión personal sobre las actividades de Prácticas realizadas y sobre su valor.

### **Resultados**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en las Prácticas implementadas. En primer lugar se hará referencia al rendimiento de los estudiantes en la asignatura y la relación entre el curso en el que se realizó esta actividad y el anterior. A continuación se analizan las repuestas que han dado los alumnos a una encuesta que se les realizó, con el fin de obtener una valoración de la actividad por su parte.

## El rendimiento de los estudiantes

En primer lugar se presentan los resultados más relevantes del rendimiento de los alumnos en la asignatura. Dichos resultados se presentan por medio de gráficos, y usando la siguiente escala de calificación:

- Suspenso: desde 0 hasta < 5 puntos.
- Aprobado: desde 5 hasta < 7 puntos.
- Notable: desde 7 hasta < 9 puntos.
- Sobresaliente: mayor de 9 puntos.
- Matrícula de Honor: los mejores entre los sobresalientes (máximo 1 por cada 20 alumnos).

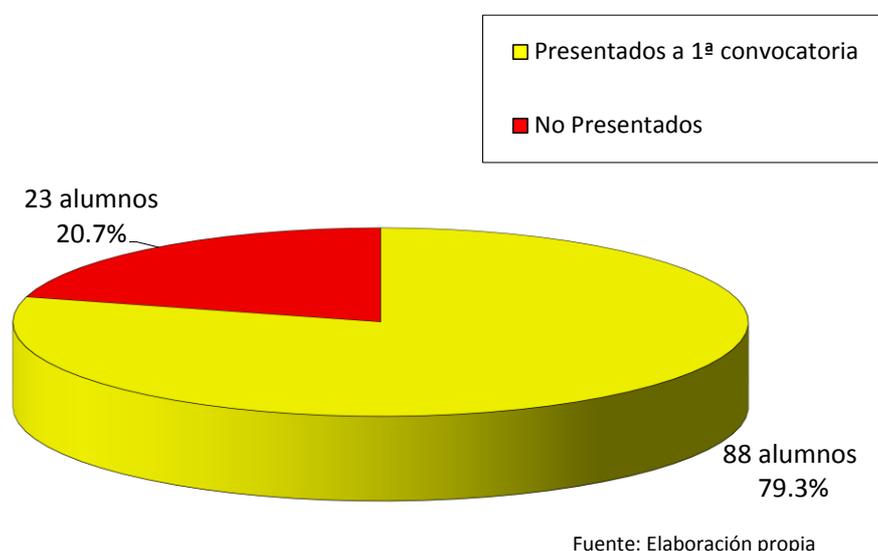


Figura n.1: Alumnos presentados a la 1ª convocatoria de exámenes entre los alumnos matriculados en la asignatura

En la figura 1, se muestra el número y porcentaje de alumnos que se presentaron a la 1ª convocatoria de exámenes. En la figura 2 se muestran los resultados de las calificaciones obtenidas por todos los alumnos que se presentaron en la 1ª convocatoria de exámenes de la asignatura (88 alumnos). Hay que destacar que casi el 70% de los alumnos que se presentaron aprobaron la asignatura. Además, un 37% de los alumnos que se presentaron aprobaron con notas mayores o iguales a 7 puntos.

Otro hecho destacable es que casi todos los alumnos matriculados en la asignatura realizaron las actividades programadas (sólo 1 alumno no las realizó), demostrando el interés suscitado por esta actividad. Dada la alta participación, la estadística realizada nos muestra que todos los alumnos aprobados realizaron las prácticas.

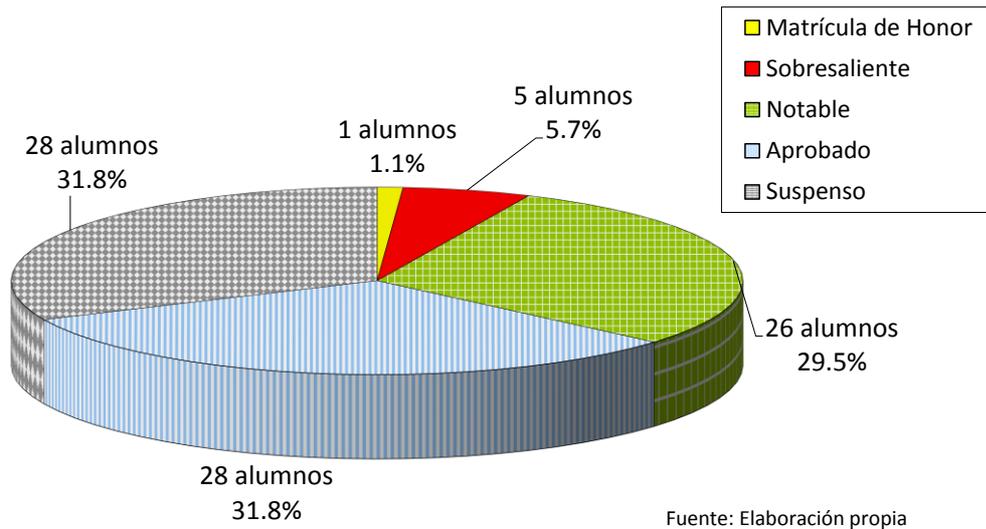


Figura n.2: Resultados de la 1ª convocatoria de exámenes entre los alumnos presentados.

Respecto a las calificaciones obtenidas, si se observan estos datos de forma independiente no se puede resaltar una tendencia, ya que si comparamos las calificaciones con las del curso anterior (figura 3) podemos observar que ha aumentado el número de “sobresalientes” y “matrículas de honor” del curso, pero ha aumentado también el número de suspensos.

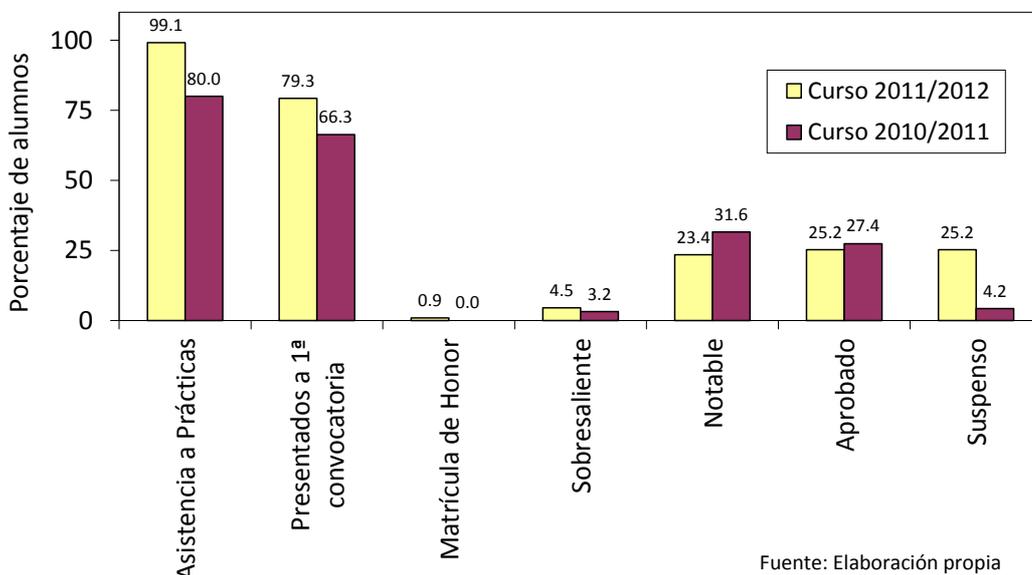


Figura n.3: Comparativa de los resultados obtenidos en los cursos 2010/2011 y 2011/2012

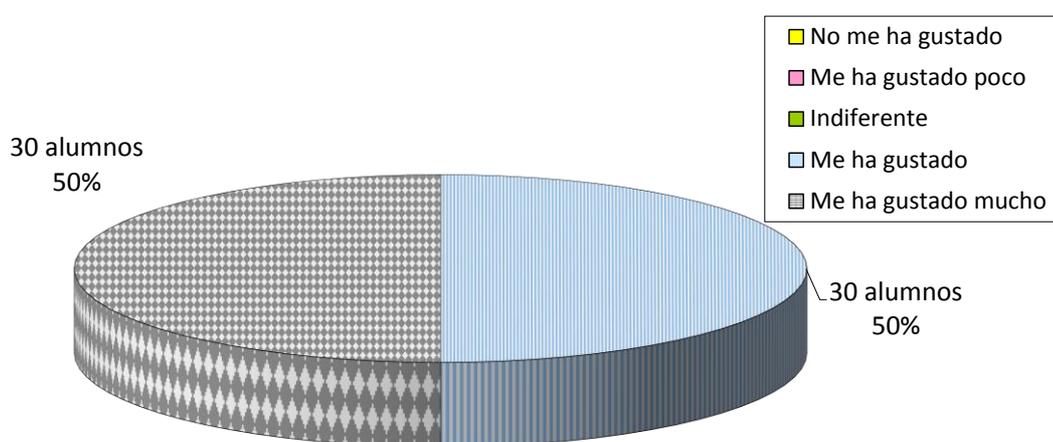
Ello nos hace preguntarnos por los factores que han podido influir en los resultados. Ciertamente hay una mayor participación y motivación asociada directamente con las actividades del Proyecto, pero hay que tener en cuenta que no

se completó el proceso de aprendizaje debido a factores contextuales, ya que el paro académico de estudiantes en mayo (en el curso 2011-2012) no permitió implementar la presentación oral en clase de los resultados de su trabajo por parte de los grupos, y con ello se omitieron dos estrategias didácticas importantes para la clarificación y el dominio conceptual: la exposición de las tareas realizadas y la discusión. Por otra parte, con el paro se suprimieron dos semanas de clases teóricas y de tutorías al final de curso, lo cual pudo tener su impacto sobre el dominio de la materia y la preparación de exámenes. Algo que no ocurrió el curso anterior.

### Evaluación del Proyecto por los alumnos: Los datos cuantitativos

A continuación se exponen las preguntas de opinión anónimas realizadas a los alumnos en relación a las diferentes tareas realizadas en esta actividad junto con los resultados de las mismas. Un total de 60 alumnos respondieron la encuesta, lo que supone un 54% del total de estudiantes.

Los resultados mostrados en la figura 4 responden a la siguiente pregunta: “Desde un punto de vista general, ¿qué le han parecido las prácticas de laboratorio?”. Un 50% de los alumnos consideraron que les gustaron las prácticas de laboratorio y otro 50% de los alumnos contestaron que les habían gustado mucho. Estos resultados muestran el gran interés causado por el Proyecto en los alumnos participantes.

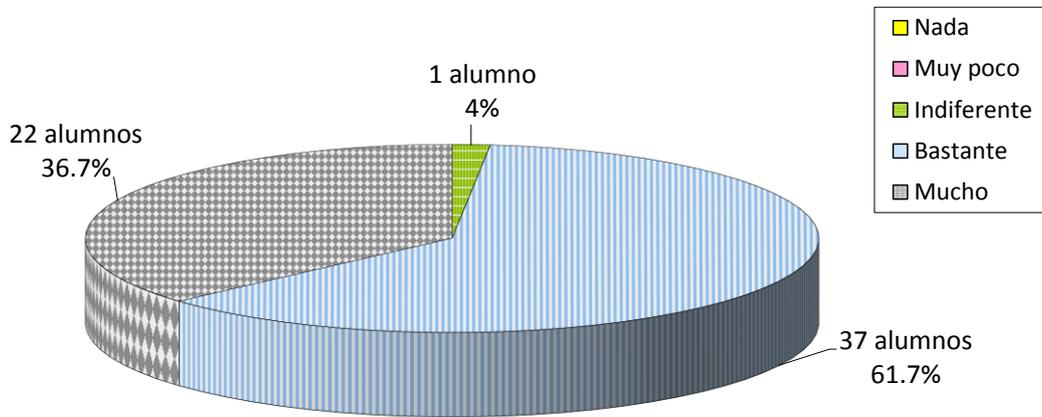


Fuente: Elaboración propia

Figura n.4: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta: Desde un punto de vista general, ¿qué le han parecido las prácticas de laboratorio?

Los resultados que muestra la figura 5 responden a la pregunta: “Desde un punto de vista general, ¿le han parecido instructivas las prácticas de laboratorio?”. Como se puede observar, el 4% de los alumnos consideró que las prácticas de laboratorio les resultaron “indiferentes” en ese aspecto. Pero un 61.7% de los alumnos contestó que las prácticas fueron “bastante instructivas”, y un 36.7% de los alumnos las consideró “muy instructivas”. Estos resultados muestran que la gran

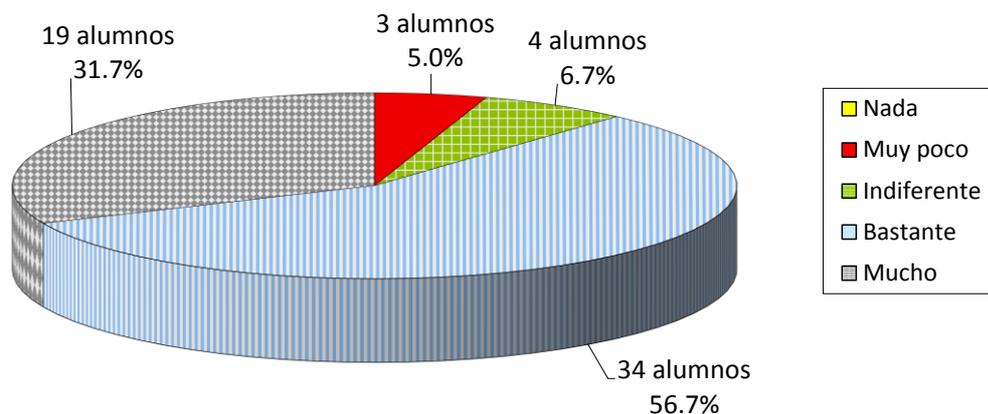
mayoría de los alumnos participantes en las prácticas de laboratorio consideraron que la actividad incidió positivamente en su aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia

Figura n.5: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta: Desde un punto de vista general, ¿le han parecido instructivas las prácticas de laboratorio?

Teníamos un especial interés en conocer la percepción de los alumnos sobre la relación entre la teoría de la materia y las prácticas. Por ello les formulamos la siguiente pregunta: "¿Cree que las prácticas de laboratorio le han ayudado a reforzar algunos de los conceptos impartidos en la asignatura?". Los resultados de las respuestas se muestran en la figura 6.

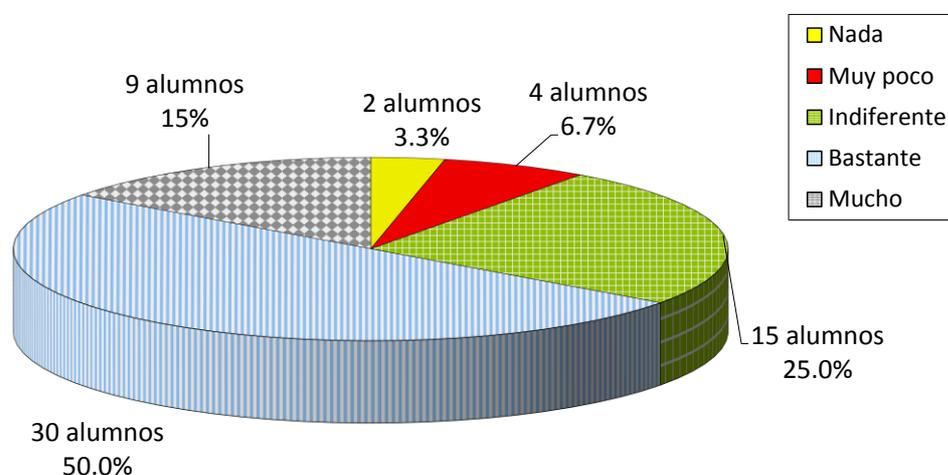


Fuente: Elaboración propia

Figura n.6: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta: ¿Cree que las prácticas le han ayudado a reforzar algunos de los conceptos impartidos en la asignatura?

Como se puede observar en la representación gráfica, el 5% de los alumnos participantes consideró que las prácticas les ayudaron “muy poco” a reforzar conceptos impartidos en las clases teóricas y el 6.7% las consideraron “indiferentes” a la hora de reforzar los conceptos. Sin embargo, un 56.7% y un 31.7% de los alumnos consideraron que las prácticas de laboratorio les ayudaron a reforzar “bastante” y “mucho”, respectivamente, los conceptos impartidos en las clases teóricas. Estos datos muestran que, aunque a casi todos los alumnos encuestados les gustaron las prácticas de laboratorio y consideraron instructiva dicha actividad, algunos de ellos (12%) no consiguieron ver de manera adecuada la relación entre las prácticas y los conceptos estudiados en las clases teóricas.

Los resultados que muestra la figura 7 corresponden a la pregunta: “¿Considera que la realización de la presentación/memoria le ha ayudado a estudiar la asignatura?”. Pues bien, sólo el 3.3% de los alumnos participantes consideró que la realización de la presentación/memoria no les ayudó a estudiar la asignatura, el 6.7% consideró que les ayudó muy poco y un 25% la consideró indiferente. Sin embargo, un 50% de los alumnos consideraron que esta tarea les ayudó bastante para estudiar la asignatura, y un 15% de los alumnos consideraron que la realización de la presentación/memoria les ayudó mucho. En conjunto es destacable que un 65% de los alumnos entendiera que la realización de la presentación/memoria les ayudó a reforzar conceptos impartidos en la asignatura de manera importante.

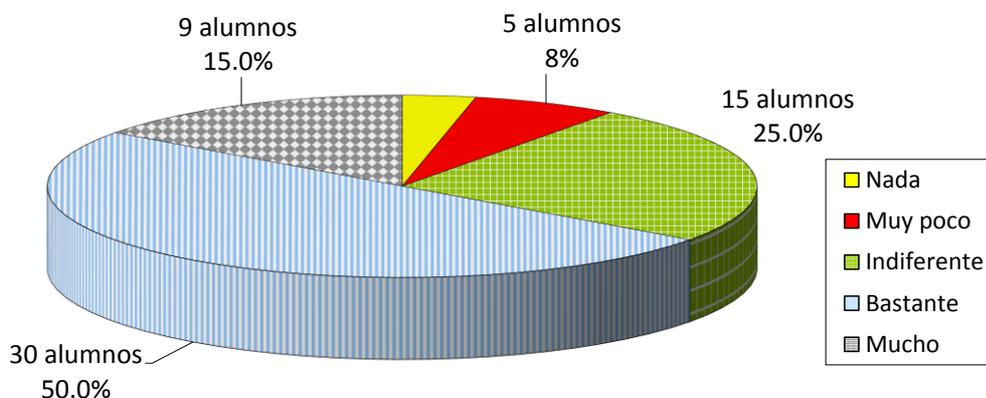


Fuente: Elaboración propia

Figura n.7: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta: ¿Considera que la realización de la presentación/memoria le ha ayudado a estudiar la asignatura?

Los resultados mostrados en la figura 8 corresponden a la pregunta: “¿Cree que las prácticas realizadas le acercan al mundo laboral y/o de la investigación?”. El 8% de los alumnos participantes consideraron que las prácticas realizadas les acercaban muy poco al mundo laboral y/o de la investigación, además un 25% lo consideró indiferente. Sin embargo, un 56.7% y un 10% de los alumnos consideraron que este contenido les acercaba bastante y mucho, respectivamente, al mundo laboral y/o de

la investigación. Es muy positivo que la mayoría de los alumnos (67%) percibieran que esta actividad suponía un acercamiento al mundo laboral y/o de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

Figura n.8: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta: ¿Cree que las prácticas realizadas le acercan al mundo laboral y/o de la investigación?

Finalmente, en la tabla 1 se resumen todas las respuestas de los alumnos a las preguntas de la encuesta.

<b>Respuesta</b>	<b>P. 1 Las Prácticas son instructivas</b>	<b>P. 2 Relación teoría-prácticas</b>	<b>P. 3 Valor Memoria Prácticas</b>	<b>P. 4 La Memoria de Práct ayuda a estudiar</b>	<b>P 5 Relación Prácticas-mundo laboral</b>
No me ha gustado	0	0	0	2	2
Me ha gustado poco	0	0	3	4	4
Indiferente	0	1	4	15	15
Me ha gustado	30	37	34	30	30
Me ha gustado mucho	30	22	19	9	9

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.1.** Resultados (en número de alumnos) de las diferentes preguntas de la encuesta. Resumen de las Figuras n.4 a n.8.

Se observa cómo las mayores frecuencias de respuesta se encuentran agrupadas en la zona de “Me ha gustado” y “Me ha gustado mucho”, especialmente en las preguntas sobre si las prácticas les parecen instructivas, en la relación que ven entre teoría y prácticas y en el valor de la memoria de prácticas. La explicación a estos datos se puede encontrar en los comentarios que los alumnos expresan en la pregunta abierta, donde ponen de manifiesto el significado que ha tenido para ellos la experiencia.

## **Opiniones personales de los alumnos sobre el Proyecto de Prácticas desarrollado: Los datos cualitativos**

Este apartado analiza las expresiones y comentarios personales de los alumnos que respondieron a la pregunta abierta que figuraba al final de la encuesta. Se pretendía obtener datos cualitativos sobre la opinión y valoración personal que los estudiantes, individualmente, tenían sobre este Proyecto. La pregunta se formuló de la siguiente manera: "Escriba a continuación las consideraciones que estime oportunas en relación con las prácticas y tareas realizadas". Pues bien, el análisis de contenido categorial de todos los comentarios (que siguen siendo anónimos), realizado de forma inductiva (Denzin y Lincoln, 1998; Estebaranz y otros, 1999) dio como resultado una valoración bastante positiva, que se puede hacer explícita en torno a las tres categorías siguientes, que se ejemplifican con los propios textos de algunos alumnos:

La primera categoría agrupa comentarios *sobre las prácticas de laboratorio*. En ellos se puede observar nuevamente el alto interés suscitado por esta actividad académica, en coherencia con los resultados obtenidos en los datos cuantitativos. Además, muchos de los estudiantes comentan que este tipo de prácticas en donde el alumno participa activamente en todas las tareas se deberían realizar en otras asignaturas.

*"Estas prácticas me han resultado muy útiles para comprender la aplicación práctica que tienen los conocimientos teóricos expuestos en clase. Asimismo, han servido para familiarizarme con las herramientas de trabajo más comunes dentro del ámbito de la industria aeronáutica"* (Cuest. 78).

*"Considero que las prácticas impartidas en esta asignatura son, destacadamente, de las más instructivas y provechosas de las que se han realizado hasta el momento en la carrera. Concretamente, la práctica de realización del laminado me parece todo un acierto desde el punto de vista didáctico"* (Cuest. 15).

*"Las prácticas realizadas ayudan a hacerse una mejor idea de los conceptos impartidos en clase, además viéndolo en el laboratorio, el proceso realizado es más fácil de recordar que si solo se hubiera visto de forma teórica"* (Cuest. 1).

*"Las prácticas de esta asignatura quizás sean las que mejor orientadas y más ayudan para la comprensión de los conceptos básicos de la Mecánica de Materiales Compuestos de todas las que he presenciado a lo largo de la carrera. Simplemente considerar que se deberían añadir o fomentar más las prácticas en Patran- Nastran, u otro programa similar como ABAQUS, de cálculo mediante MEF de estructuras o piezas de materiales compuestos. Ello podría ser incluido en esta u otras asignaturas de 4º o 5º de este Dpto u otros relacionados. La comprensión de los conceptos y conocimiento de las técnicas generales de materiales compuestos es la base a conocer, pero es importante que la Universidad adapte las enseñanzas ofrecidas a la demanda de la industria aeronáutica, que requiere de gente que maneje estos programas. En el mismo sentido, se podría barajar una introducción al módulo de materiales compuestos de CATIA, cuyo uso también es demandado en la industria"* (Cuest. 37).

*“Las prácticas realizadas ayudan a hacerse una mejor idea de los conceptos impartidos en clase, además viéndolo en el laboratorio, el proceso realizado es más fácil de recordar que si solo se hubiera visto de forma teórica” (Cuest. 3).*

*“Las prácticas me han parecido muy interesantes y didácticas. Creo que despiertan nuestro interés por el diseño y fabricación de piezas de materiales compuestos. La práctica del centro de cálculo debería ser más didáctica, puesto que considero importante saber usar Nastran-Patran para compuesto” (Cuest. 4).*

*“Las prácticas me han parecido muy interesantes y didácticas. Creo que despiertan nuestro interés por el diseño y fabricación de piezas de materiales compuestos. La práctica del centro de cálculo debería ser más didáctica, puesto que considero importante saber usar Nastran-Patran para compuestos” (Cuest. 19).*

*“En mi opinión, es muy interesante poder trabajar con nuestras propias manos y con materiales reales de construcción. Siempre hay cosas que mejorar, pero se agradece bastante vuestro esfuerzo por ofrecer unas prácticas de calidad y con las que aprender sobre la asignatura y los materiales compuestos” (Cuest. 65).*

La segunda categoría de comentarios es sobre la realización de la memoria/presentación. Muchas de las opiniones versan sobre el poco tiempo que han tenido para realizar dicha tarea. Sobre este tema los profesores de la asignatura pretenden estipular al comienzo de la asignatura (en las próximas ediciones) todos los detalles que se deberán incluir en la memoria/presentación.

*“Tras cuatro cursos de Ingeniería Aeronáutica nunca he tenido prácticas más reales que éstas. Me genera lástima no haber realizado la presentación de la memoria, ya que es bueno ir enfrentándose a un público oyente” (Cuest. 22).*

*“Las prácticas en general me han parecido bastante positivas en todos los aspectos, ya que son interesantes, participativas y refuerzan considerablemente los conceptos adquiridos en clase. Quizás a mi parecer lo único mejorable es que se debería facilitar desde un primer momento el enunciado del trabajo a entregar posteriormente, ya que así se podrían aprovechar las prácticas más aún. Por lo demás, me han parecido unas de las prácticas más instructivas realizadas hasta ahora en la carrera” (Cuest. 24).*

Finalmente, expresaron sus opiniones sobre la organización de los grupos de prácticas. Muchos comentarios destacaban que la cantidad de alumnos en las prácticas de laboratorio y del centro de cálculo se podrían reducir, pero además ofrecen sugerencias que emergen de lo que ha sido su experiencia, y que manifiestan la intención de aportar ideas para la mejora de las mismas prácticas. Es importante destacar que todos estos comentarios ayudarán a los profesores en futuras ediciones de estas Prácticas de Laboratorio.

*“Considero que las prácticas resultan útiles tanto a nivel teórico como práctico. Los grupos son, quizá, demasiado grandes” (Cuest. 18).*

*“Es aconsejable que los grupos de prácticas sean más reducidos, dentro de lo posible. También debería adelantarse las fechas de realización, y de la entrega del informe para no solapar con los exámenes” (Cuest. 13).*

*“Bajo mi punto de vista las prácticas de laboratorio de la asignatura son muy completas e instructivas. Sin embargo, considero que los grupos a la hora de realizar los trabajos son demasiado numerosos, haciendo muy difícil la correcta organización entre todos los miembros. Una posible solución sería dividir en dos cada uno de los grupos a la hora de hacer la memoria, pero manteniendo el grupo completo en la sesión de práctica. Ello permitiría facilitar más la realización del trabajo sin necesidad de aumentar el número de turnos de prácticas” (Cuest. 33).*

## **Conclusiones**

Este Proyecto de Prácticas indudablemente ha resultado valioso desde el punto de vista de los objetivos que se habían planteado. No obstante, distinguimos dos grupos de conclusiones, según la procedencia de la evaluación:

*En cuanto a la evaluación de los alumnos, tanto cuantitativa como cualitativa:*

- Una vez analizada la encuesta de opinión de los alumnos sobre la actividad se observa, en primer lugar, un alto grado de satisfacción con la misma.
- Los alumnos valoran muy positivamente el hecho de que este tipo de trabajos les acerquen de un modo más o menos fehaciente a las actividades empresarial e investigadora y les ayuden a estudiar y comprender los contenidos de la asignatura.
- Las mayores dificultades encontradas por los alumnos radican, principalmente, en la elaboración de la memoria, ya que no están acostumbrados a realizar tareas que no estén marcadas por unas directrices claras, y en la falta de tiempo, marcada ésta por la dificultad que encuentran a la hora de organizarse en equipos.

*Desde el punto de vista de los profesores:*

- Analizando aspectos colaterales a la actividad, el hecho de realizar las tareas en el laboratorio de una forma distendida, ha tenido una influencia relevante en las relaciones entre el profesor y los alumnos, y entre ellos mismos, propiciando una mayor participación en las clases teóricas y en las tutorías.
- Es importante reseñar la posibilidad de transferencia de esta actividad como un valor añadido. Si bien ha sido una actividad propia de una materia, es fácilmente extrapolable a asignaturas de otras titulaciones con contenidos relacionados, como por ejemplo “Materiales Compuestos” de 5º curso de Ingeniería Industrial, Mecánica de sólidos del tercer curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial ó a las asignaturas de materiales compuestos que aparezcan en los futuros másteres de aeronáutica y mecánica.
- Sobre la participación de los alumnos en la asignatura, se ha conseguido que ésta aumente tanto en la realización de las prácticas como en la presentación al examen de primera convocatoria.
- Respecto al desarrollo de la experiencia docente, la planificación conjunta de los profesores implicados en la innovación, así como la evaluación y el análisis de los resultados y comentarios de los estudiantes, han sido ocasiones propicias para el aprendizaje de la enseñanza, potenciando una voluntad de mejora de las tareas en cursos venideros (Clift, 2008), de acuerdo con la propuesta de Tejada (2013) que asume como fundamental para el aprendizaje y el desarrollo profesional la

evaluación de la eficacia de las propias estrategias de enseñanza y su posible modificación como consecuencia.

- En cuanto a la repercusión que ha tenido en el aprendizaje de los profesores, hemos de reconocer que la experiencia y la reflexión sobre la misma nos han enseñado que ha habido varios factores influyentes: a) La implicación y el compromiso de los profesores responsables, que según Christopher Day y Quing Gu (2012) son la “conditio sine qua non” del éxito docente, que se obtiene a partir de la confianza y el optimismo académico. Y b) la constitución del equipo de trabajo, que está altamente relacionada con la anterior, y del que se pueden destacar algunos aspectos: interrelación personal, heterogeneidad de cualificación, y constancia en la comunicación, lo cual les permite estar mutuamente informados de las prácticas docentes, de las ideas y dificultades, de los anhelos y satisfacciones. El equipo se compone de dos Profesores Expertos con años de investigación y experiencia docente en la Materia y en las Prácticas de Laboratorio, y dos Profesores Ayudantes, con varios años de experiencia en la enseñanza de Prácticas, lo que ha servido para fundamentar también el Proyecto en la experiencia analizada con perspectivas de mejora (Fry, Ketteridge y Marshall, 2009). Para los profesores noveles, la seguridad que da el apoyo de profesores expertos, con la confianza de más de cinco años trabajando juntos bajo su dirección y supervisión (Feixas, 2002), facilita la toma de decisiones arriesgadas, y por lo tanto el desarrollo de su autonomía como profesores, que es la base para potenciar la autonomía de los alumnos en el planteamiento y en las propuestas de solución de problemas en el laboratorio.
- Finalmente, observando el papel institucional, los profesores responsables del proyecto entienden que es importante el estímulo de la institución universitaria, en este caso ha sido la Escuela Técnica Superior de Ingenieros, a la formación y a la innovación en la docencia universitaria, que se refleja en la Convocatoria de Premios a la Innovación Docente, por primera vez en 2012. Este proyecto ha sido distinguido con el segundo premio por parte de la Comisión Evaluadora. Y vemos de especial interés el hecho de que la entrega de premios se haga en acto público con la presentación académica de los tres Proyectos que han obtenido el premio, por su posible valor de estímulo en esta dirección.

## Referencias Bibliográficas

- Bará, J., Domingo, J y Varela, M. (2011) *Técnicas de Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Proyectos*. Taller de Formación, 17 y 18 enero, Zaragoza. [http://www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/curso13\\_2011/AC\\_PBL.pdf](http://www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/curso13_2011/AC_PBL.pdf) (Consultado: 22-10-13)
- Bozu, Z. (2010) El profesorado universitario novel: Estudio teórico de su proceso de inducción o inserción profesional. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)* 3, 55-72. <http://www.ujaen.es/revista/reid/revista/n3/REID3art3.pdf> (Consultado: 12-6-2012).
- Caballero Míguez, G. y Garza Gil, M.D. (2012) Innovando la docencia superior en Economía: trabajo cooperativo y elaboración participativa de contenidos. *Revista de Docencia Universitaria*, Vol.10 (2), 319-327 (Consultado: 22-10-2013)
- Capela, J.V; Ors, R.; Martí, A. (2004) *Educación con Nuevas Tecnologías en la Universidad*. Barcelona, EDUtec.

- Clift, R.T. (2008) Rethinking the study of learning to teach. En Cochran-Smith, M; Feinman-Nemser, Sh. Y McIntyre, D.J. y Demers, K.E. (Eds.) *Handbook of Research on Teacher Education. Enduring Questions in Changing Contexts* (pp. 827-834). Third Edition. New York, Routledge.
- Day, Ch. y Quin, Gu (2012) *Profesores: vidas nuevas, verdades antiguas*. Madrid. Narcea.
- Denzin, N.K. y Lincoln, Y.S. (1998) *Collecting and Interpreting qualitative Materials*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- Estebaranz, A.; Mingorance, P y Marcelo, C. (1999) Teachers'Work Groups as Professional Development: what do the teachers learn? *Teachers an Teaching: theory and practice*, Vol. 5, Nº 2, 153-170.
- Feisel, L.D. y Rosa, A. J. (2005) "The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education". *Journal of Engineering Education* 129. <http://www.dcsluhcl.net/anil/reference%5CThe%20role%20of%20laboratory%20in%20Undergraduate%20engineering%20education.pdf> (Consultado: 12-IX-2012).
- Feixas, M. (2002) El profesorado novel: Estudio de su problemática en la Universitat Autònoma de Barcelona. *Edit.um Revista de Docencia Universitaria*. Universidad de Murcia. <http://revistas.um.es/redu/article/view/11821/11401> (Consultado: 30/11/2012).
- Fry, H; Ketteridge, S.; y Marshall, S. (2009) *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice*. Third edition. London, Taylor&Francis
- Gibbs, G. & Coffey, M. (2001) *The impact of training on university teachers' approaches to teaching and on the way their students learn*. A 9<sup>th</sup> EARLI European Conference. Fribourg. Switzerland. 28 Agosto-1 Septiembre.
- Huber, G. L. (2000) Cambio en la presentación de conocimientos. Hacia la solución de problemas. En Estebaranz, A. (Coord.) *Construyendo el Cambio: Perspectivas y Propuestas de Innovación Educativa*, 227-250. Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad.
- Knight, P. (2006) *El profesorado de Educación Superior. Formación para la excelencia*. Madrid, Narcea.
- Márquez Ruiz, A.; Álvarez López, M.; Meléndez Vázquez, A.; Campo Bagatín, A.; Hernández Prados, A.; Marco Tabarra, A.; Martín García, A.; Rosa Herranz, J.; Torrejón Vázquez, J.M.; Yebra Calleja, M.S. (2004) La investigación docente sobre la enseñanza de la Física en titulaciones de Ingeniería (2002-2003). En Bernabeu, G. y Sauleda, N. (Edts.) *Espacios de investigación en la profesionalización docente universitaria*, 67-78. Alcoy, Marfil.
- Mauri, T.; Coll, C. y Onrubia, J. (2009) La evaluación de la calidad de los procesos de innovación docente universitaria. Una perspectiva constructivista. *Revista Docencia Universitaria*, Vol.1, Nº 1 <http://revistas.um.es/redu/article/view/3341>. (Consultado: 2-6-2012).

- McCaslin, M. y Good, T. (1996) The informal curriculum. En Berliner, D.C. y Calfee, R.C. (eds.) *Handbook of Educational Psychology*, 622-672. New York, MacMillan Library Reference USA,
- Reder, L., Anderson, J., Simon H. (1996) *Situated learning and Education*. <http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010> (Consultado: 4-6-2012)
- Tejada, José (2013) Profesionalización docente en la universidad: implicaciones desde la formación. En "La informalización de la educación" [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* (RUSC). Vol. 10, n.º 1, págs. 170-184. UOC. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v10n1-tejada/v10n1-tejada-es> (Consultado: 20-5-2013)
- Vázquez, S.M. (2009) Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Ingeniería y Universidad*, Vol. 13, Nº 1, pp.105-136.
- Yániz, C. (2008) Las competencias en el currículo universitario: implicaciones para diseñar el aprendizaje y para la formación del profesorado. *Revista Docencia Universitaria*, Número monográfico I: Formación centrada en competencias. <http://revistas.um.es/redu/issue/view/1391>. (Consultado: 5-2-2012)
- Zabalza, M.A. (2002) *La enseñanza Universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Madrid, Narcea.
- Zabalza, M.A. (2012) Editorial. La Universidad de las competencias. *Revista de Docencia Universitaria*, Vol.10 (2), 11-14, Mayo-Agosto 2012. [http://redaberta.usc.es/redu/documentos/vol10\\_n2\\_completo.pdf](http://redaberta.usc.es/redu/documentos/vol10_n2_completo.pdf) (Consultado: 30-11-2012).

Artículo concluido el 24 de Julio de 2013

**Cita del artículo:**

Justo Estebaranz, J., Távora Mendoza, L., Marín Vallejo, J.C., París Carballo, F. (2013). Influencia en los estudiantes de ingeniería de un modelo integrador de procesos en las clases prácticas. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Vol. 11, Número especial dedicado a *Engineering Education*, pp. 65-84. Recuperado el (fecha de consulta) en <http://red-u.net>

## Acerca de los autores

---



### **Jesús Justo Estebanz**

***Universidad de Sevilla***

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Mail: [jjusto@us.es](mailto:jjusto@us.es)

Ingeniero Aeronáutico. Profesor ayudante en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad de Sevilla. Imparte docencia en las asignaturas Mecánica de los Materiales Compuestos y Elasticidad y Resistencia de Materiales en diferentes Ingenierías. Desarrolla su investigación en el Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la E.T.S. de Ingeniería dentro del campo de los sistemas de fabricación de materiales compuestos, en especial los sistemas fuera de autoclave.



### **Luis Távara Mendoza**

***Universidad de Sevilla***

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Mail: [ltavara@etsi.us.es](mailto:ltavara@etsi.us.es)

Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad de Sevilla. Doctor en Ingeniería por la Universidad de Sevilla. Imparte clases en las asignaturas de “Materiales Compuestos” y “Elasticidad y Resistencia de Materiales” en diferentes titulaciones. Investigación centrada en la mecánica de la fractura aplicada al análisis de daño en materiales compuestos y el desarrollo de herramientas numéricas para su estudio.



## **Juan Carlos Marín Vallejo**

***Universidad de Sevilla***

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Mail: [jcmarin@etsi.us.es](mailto:jcmarin@etsi.us.es)

Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad de Sevilla. Desarrolla su investigación en el Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la E.T.S. de Ingeniería, dentro del campo de los materiales compuestos, específicamente sobre la caracterización mecánica y el análisis y diseño de palas de aerogenerador. Ingeniero Industrial en 1991 y Doctor Ingeniero Industrial en 1999 por la Universidad de Sevilla.



## **Federico París Carballo**

***Universidad de Sevilla***

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Mail: [fparis@us.es](mailto:fparis@us.es)

Catedrático de Universidad en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad de Sevilla. Desarrolla su investigación en el Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la E.T.S. de Ingeniería, dentro del campo de los materiales compuestos, específicamente sobre la caracterización micromecánica, el análisis de daño y el desarrollo de herramientas numéricas para su estudio.