

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



Fabricación y caracterización de materiales compuestos

M. M. Laz Pavón¹, F. Rivera-López¹, M. Hernández-Molina¹, J. M. Cáceres¹, J.A. Valido¹ and Ricardo Zamora Rojas

¹Departamento de Ingeniería Industrial, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad de La Laguna. Apdo. 456. E-38200 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Spain.

Abstract

In this work, the implementation of a laboratory practice corresponding to the synthesis and analysis of various composite materials is presented. It is oriented to students of the Bachelor's Degree in Mechanical Engineering in order to learn correctly the synthesis and characterization of composite materials made from carbon fibers, glass fibers, fabric and / or sheets from banana plants, and epoxy and polyester resins. After the completion of the practice the students will understand the importance and interest that currently has the design and manufacturing of composite materials from a technological point of view.

Keywords: composites, fibers, resins, synthesis, characterization.

Resumen

En este trabajo se expone la implementación de una práctica de laboratorio correspondiente a la fabricación y caracterización de diversos materiales compuestos. Está orientada a estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica con el objetivo de que aprendan a visualizar de manera correcta la síntesis y caracterización de materiales compuestos a partir de resinas (epoxi y poliéster) reforzados con fibras de carbono, vidrio, tejido y/o badana procedente de plataneras. Tras la realización de la práctica los estudiantes comprenderán la importancia y el interés que actualmente tiene el diseño y la fabricación de materiales compuestos a nivel tecnológico.

Palabras clave: materiales compuestos, fibras, resinas, síntesis, caracterización.

Introducción, Justificación y Objetivos

Los materiales compuestos están formados por dos o más componentes distintos. Dichos materiales presentan propiedades que son superiores a la suma de las de sus componentes de partida. En este sentido, los materiales compuestos mejoran de forma significativa las propiedades de sus constituyentes, y proporcionan al producto final unas propiedades excepcionales gracias a la acción combinada.

La justificación de esta práctica se fundamenta en la importancia que tiene para el estudiante de Ingeniería Mecánica la adquisición de conocimientos sobre materiales compuestos. Estos materiales juegan un papel fundamental dentro del campo del diseño y de las aplicaciones industriales actuales, pues la demanda tecnológica requiere de nuevos materiales con cada vez más altas presentaciones.

La práctica propuesta se dirige al tercer curso de Ingeniería Mecánica, incluida en la asignatura de Ingeniería de Materiales y se realiza en grupos de 20 alumnos por término medio. El trabajo en el laboratorio y el informe posterior se lleva a cabo en minigrupos de 2-3 alumnos.

Procedemos a realizar en la sesión práctica todas las etapas necesarias para obtener un buen producto, teniendo como objetivo fundamental que los estudiantes sean capaces de realizar la síntesis de distintos materiales, además de la caracterización de los nuevos compuestos tanto mecánica, mediante ensayos de tracción y/o flexión, como óptica y microscópica para extraer todos los parámetros de interés.

Trabajos Relacionados

El guion de esta práctica deriva de toda la bibliografía consultada con respecto a la fabricación de materiales compuestos, además de la contribución de un alumno egresado (Ing. Ricardo Zamora Rojas) de nuestra escuela, con cuya aportación se pudo avanzar en la fabricación de materiales compuestos con morfología plana y refuerzos laminares, gracias a su propia experiencia práctica. Se puede considerar que esta práctica es innovadora, pues tanto la secuencia, las etapas y los objetivos perseguidos han sido diseñados y elaborados por el grupo de Ingeniería de Materiales de la Universidad de La Laguna.

Experimentación / Trabajo Desarrollado

En esta práctica los estudiantes fabricarán algunas muestras de ejemplos diversos de materiales compuestos. Proponemos para su realización, al menos dos tipos de resinas, epoxi y poliéster, así como variadas fibras de refuerzo como fibras de carbono (CF), vidrio (GF), material de tejido de algodón (AF) y/o badana (BF) procedente de plataneras.

M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas

Para la realización de la primera fase de la práctica, consistente en la fabricación de los materiales compuestos, los estudiantes dispondrán del siguiente material:

- Moldes de policarbonato forrados de silicona y cera desmoldante.
- Material de seguridad personal: Guantes, mascarillas y gafas protectoras.
- Recipientes desechables, paletinas y balanza para la preparación de las resinas.
- Resinas epoxi, poliéster y catalizadores.
- Distintos materiales de refuerzo en forma de láminas precortadas de: fibra de vidrio (tejido, aleatorio), fibra de carbono con distinta disposición (longitudinal, transversal, tejido), fibras de tejido de algodón, fibras de badana...
- Espátulas para extender la resina y realizar la preparación experimental.

La preparación experimental de los materiales compuestos se realizará en las siguientes etapas que se describen a continuación:

- Primeramente, se aplica de manera cuidadosa la cera desmoldante sobre los moldes. Hay que tener la precaución de que la zona sobre la que se va a situar el material esté limpia y que quede bien cubierta por una fina capa de cera.
- Preparación de la resina-catalizador. La resina debe tener la viscosidad adecuada para poder impregnar correctamente las fibras.
- Aplicación de la resina sobre una de las superficies del molde. Sobre la resina se sitúa la fibra de interés y sobre ésta otra capa de resina. Se repite la operación según el número de capas deseadas. Hay que tener cuidado de que no se formen burbujas y que la resina cubra e impregne bien las fibras.
- Se cierra el sistema con la otra tapa del molde (previamente impregnada de cera desmoldante) y se somete el conjunto a presión para eliminar el aire y las burbujas que se hayan formado. También se pretende, gracias a la compresión, compactar el material compuesto.
- Tras el tiempo de curado recomendado por el fabricante, se desmolda la pieza con la ayuda de una espátula y se eliminan los posibles sobrantes de resinas formados en los bordes.
- Finalmente, se recortan las muestras obtenidas según se requiera para obtener las dimensiones de las piezas para su caracterización mecánica.

En una segunda etapa de la práctica, se procederá a la realización de la caracterización del material preparado:

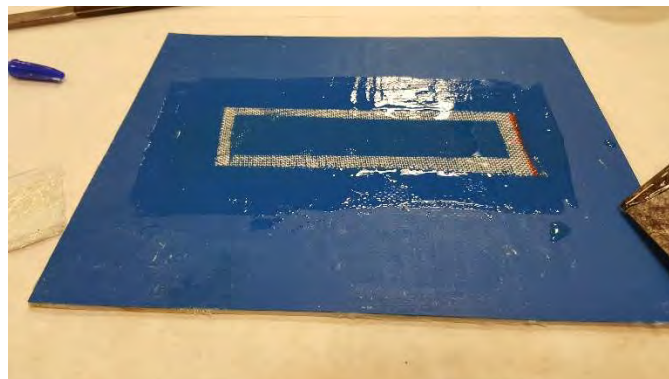
Fabricación y catacterización de materiales compuestos

- Observación microscópica tanto de los materiales originales como de los fabricados, haciendo uso de un microscopio digital para la toma de fotografías en las superficie de los materiales y observar las zonas en la cuales se han producido grietas y/o roturas tras los correspondientes ensayos.
- Caracterización mecánica de los materiales compuestos. Esta parte se centrará, principalmente, en los ensayos de tracción simple y de flexión a tres puntos. A partir de los resultados obtenidos se realizarán las correspondientes representaciones gráficas de tensión-deformación para el ensayo de tracción, y de fuerza frente a deflexión para el caso de flexión.
- Análisis de los resultados obtenidos en los ensayos con el objetivo de obtener parámetros muy importantes para caracterizar los materiales sintetizados, desde el punto de vista mecánico. Estos parámetros son el módulo de elástico, límite de elasticidad, resistencia a tracción, tensión de fractura, con los ensayos de tracción y el módulo de rotura, módulo de flexión y deformación de flexión, a partir de los ensayos de flexión.
- Comparación con los parámetros propios de los materiales sin refuerzo, a partir de los mismos ensayos.

Principales Resultados

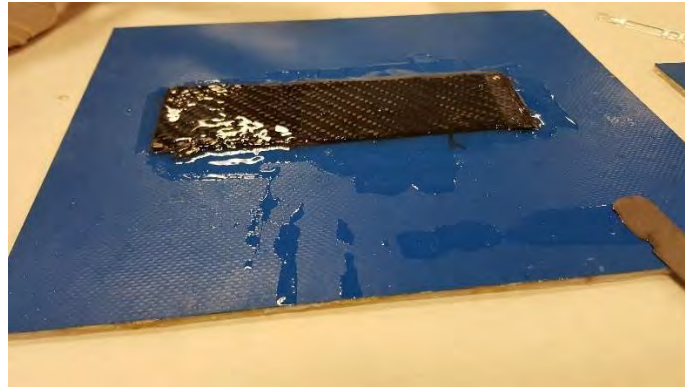
Durante la realización de la práctica, los estudiantes prepararon los materiales propuestos. Como ejemplos, en la Figura 1 se presenta una fotografía del comienzo de la preparación del material compuesto formado a partir de fibra de vidrio y resina poliéster, y en la Figura 2 un material compuesto de fibra de carbono y resina epoxi. En ambos casos se observa la disposición de las primeras capas de resina y del refuerzo utilizado.

Figura 1 Fibras de vidrio sobre el molde impregnadas con resina poliéster.



M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas

Figura 2 Fibras de carbono sobre el molde impregnadas con resina epoxi.



Las piezas obtenidas, tras el curado bajo presión, presentan buena consistencia. En el caso de no preparar bien la resina o aplicarla de manera incorrecta, pueden aparecer dificultades a la hora de compactarse el material en su conjunto.

Una vez preparados los materiales, se sometieron a diversos ensayos de tracción y flexión en una máquina universal de ensayos. En la Figura 3 se presenta un momento del ensayo de una de las muestras durante la realización de un ensayo de flexión a tres puntos.

Figura 3 Ensayo de flexión a tres puntos.



Con este tipo de ensayos, los estudiantes deben realizar el diseño del ensayo manejando la máquina universal de ensayos. Los datos adquiridos serán posteriormente analizados para obtener distintos parámetros de interés y así caracterizar los compuestos fabricados desde un punto de vista mecánico.

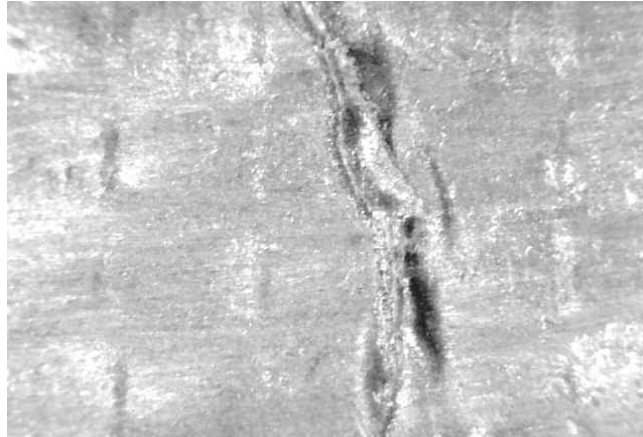
Tras los ensayos se procede observar mediante un microscopio digital las posibles grietas o roturas en las piezas. Como puede apreciarse en la Figura 4, correspondiente a una pieza de reforzada con fibras de carbono, la cara inferior de la probeta según su disposición en el ensayo de flexión, es sometida a esfuerzos de tracción y presenta una grieta apreciable tras dicho ensayo. Esta grieta se ha propagado a lo largo de la zona de aplicación de carga, produciéndose la rotura de las fibras. La cara superior de la probeta, sometida a compresión (Figura 5) presenta una doblez o arruga como consecuencia de dicho ensayo.

Figura 4 Imagen de Microscopía óptica (x50A) de la superficie inferior (sometida a tracción) de una pieza de resina epoxi reforzada con fibra de carbono tras ensayo de flexión.



M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas

Figura 5 Imagen de Microscopía óptica (x50A) de la superficie sometida a compresión de una pieza de fibra de carbono con resina epoxi tras ensayo de flexión.



Conclusiones

Esta práctica de laboratorio permite al alumnado del Grado en Ingeniería Mecánica familiarizarse con los materiales compuestos.

Entre las competencias formativas que adquieren está la fabricación y la preparación de los mismos, enfrentándose de primera mano con las particularidades y precauciones que el proceso requiere. Durante el desarrollo de la práctica, y dado que ésta se realiza en grupo, se ejercita la competencia extracurricular del trabajo en equipo, además de la aplicación de los conocimientos teóricos a los prácticos.

Además de la fabricación, el alumnado realiza un estudio de diversas propiedades mecánicas de estos materiales, ejercitándose en los ensayos mecánicos empleados y en el análisis de resultados de los mismos.

Para la elaboración del informe, los estudiantes se deben enfrentar a la resolución de problemas, a la discusión de los resultados y la evaluación de las soluciones, teniendo como objetivo fomentar la capacidad analítica de los estudiantes y comprender la importancia que hoy en día tienen los materiales compuestos dentro del campo de la Ingeniería.

Este informe consta de una breve introducción teórica relativa a los materiales compuestos, sobre todo de fibras y resina. A continuación se pide describir el procedimiento de fabricación empleado (comentando materiales, precauciones de seguridad...) añadiéndose documentación gráfica sobre el mismo.

De la caracterización mecánica mediante ensayos, se obtienen los parámetros correspondientes. El informe debe incluir las gráficas obtenidas, los cálculos realizados y una discusión sobre los resultados obtenidos y la bibliografía consultada.

Se evalúan por separado el informe de texto y el tratamiento de los datos mecánicos (40%, sobre las gráficas y la obtención de parámetros correctos). El 60% restante corresponde a la descripción correcta de la fabricación, el desmoldeo y el corte de las probetas (20%), la discusión y comparación de los parámetros obtenidos, (con otras muestras fabricadas y con la bibliografía), (20%), la introducción (10%) y la presentación y la bibliografía (10%).

Referencias

Ashby, Michael F.(2011). *Materials Selection in Mechanical Design*. Elsevier.

Ashby, Michael F.(2009). *Materials and the Environment*. Elsevier.

Puertolas, Rios, Castro y Casals Eds.(2009) . *Tecnología de Materiales*. Ed. Síntesis

Pat L. Mangonon (1999). *The principles of materials selection for engineering design*. Ed. Prentice-Hall.