

# 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 <sup>er</sup> 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 &amp; 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



## Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva

Jesús Manuel Fernández Oro<sup>a</sup>, Andrés Meana-Fernández<sup>b</sup>, Raúl Barrio Perotti<sup>c</sup>, José González Pérez<sup>d</sup> y Eduardo Blanco Marigorta<sup>e</sup>

Área de Mecánica de Fluidos, Departamento de Energía, Universidad de Oviedo.

(<sup>a</sup>jesusfo@uniovi.es, <sup>b</sup>andresmf@uniovi.es, <sup>c</sup>barrioraul@uniovi.es, <sup>d</sup>aviados@uniovi.es, <sup>e</sup>eblanco@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*In this work, the results from the evaluation of the laboratory sessions in the Fluid Machinery and Systems subject of the Bachelor Degree in Mechanical Engineering at the University of Oviedo with two different methodologies are presented: evaluation of technical reports from the sessions (individual portfolio of the students) versus a final evaluation test (single objective exam). The statistical analysis of the data during the last five academic years reveals that the portfolio evaluation is less correlated with the final grade of the subject obtained by the students, showing overrated marks with narrow dispersions. On the contrary, the final exam evaluation exhibits a higher correlation with the final grades, presenting a more representative distribution. The evaluation based in a final test is found to be more significant, unbiased, more coherent and able to reduce the subjectivity observed in previous years with the reports-based evaluation.*

**Keywords:** *laboratory evaluation; statistical analysis of data; practicum exam; significant evaluation of laboratory sessions.*

---

### **Resumen**

*En este estudio se comparan los resultados de la evaluación de las prácticas de laboratorio en la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo siguiendo dos métodos de evaluación diferentes: evaluación de memorias de prácticas (portfolio personal de cada alumno) frente a evaluación única mediante examen de prácticas (prueba final objetiva). El análisis estadístico de*

*los datos recabados durante los últimos cinco cursos académicos revelan que la evaluación según portfolio está peor correlacionada con la nota final de la asignatura, obteniéndose mayores calificaciones y con muy poca dispersión. Por el contrario, la evaluación a partir de un examen final muestra resultados que correlacionan mejor con la distribución total de notas de la asignatura, presentando además una distribución de notas más amplia y normalizada. La evaluación con prueba final objetiva resulta ser más significativa, eliminando sesgos diversos y reduciendo la subjetividad observada en la evaluación a partir de las memorias de prácticas durante años precedentes.*

**Palabras clave:** *evaluación de prácticas; análisis estadístico de resultados; examen de prácticas; evaluación significativa de actividades de laboratorio.*

## **Introducción**

En el contexto de las titulaciones técnicas, y en especial en el ámbito de las Ingenierías, es muy habitual que las distintas asignaturas que conforman los planes de estudio recojan en sus Guías Docentes actividades prácticas evaluables dentro de las actividades formativas presenciales (Edward (2002), Feisel y Rosa, (2005), Ionescu (2015)). El peso de estas actividades prácticas en la evaluación final del alumno depende de varios factores como pueden ser el grado de practicidad de la asignatura en cuestión, el módulo al cual pertenezca (obligatorio u optativo, básico o específico, común o de especialización), el número de alumnos que la cursen y de profesores que la impartan o incluso el ciclo de estudios al cual pertenece la asignatura (grado, máster, doctorado).

Lógicamente, en función de la ponderación otorgada a la evaluación de esas prácticas, así como de la carga docente que representen (tanto en cantidad de alumnos como en cantidad de objetivos y resultados de aprendizaje asociados) el sistema utilizado para evaluarlas será más o menos elaborado. De hecho, el contenido práctico de una asignatura puede ser el núcleo fundamental de evaluación (por ejemplo cuando sea necesario acreditar que se han adquirido unas competencias prácticas determinadas) o bien sólo una parte complementaria cuando se trate de una asignatura de características más teóricas o conceptuales.

En cualquier caso, el desarrollo de una metodología de evaluación de los contenidos prácticos de una asignatura es una tarea ardua y compleja (Garrido (2001), De la Fuente Aragón et al. (2013)) En primer lugar, por la naturaleza de las prácticas, que pueden ser de muy diversos tipos (Alam, 2014): prácticas demostrativas o participativas en el laboratorio, prácticas de ordenador, prácticas de aula, prácticas de campo, prácticas de taller, etc., pero también por los medios disponibles que condicionan cómo se realizan esas prácticas: ya sean de manera individual o bien de forma grupal, y de en cuántas sesiones y con qué intensidad se van a realizar. Además, el número de alumnos participantes, así como el número de grupos y de

profesores implicados en la asignatura (si éstos son además de distintas categorías profesionales y con distintos regímenes de dedicación) pueden hacer que la coordinación y evaluación de dichas prácticas sea especialmente complicada.

De forma general, las pruebas de evaluación de prácticas deberían ser capaces de comprobar que las habilidades y destrezas adquiridas por los alumnos y las alumnas son suficientes para acreditar que cumplen con los objetivos y resultados de aprendizaje asociados a las prácticas (Martínez et al., 2011). Obviamente, lo ideal sería poder plantear sesiones de evaluación personalizadas en las que se hiciesen pruebas prácticas de ejecución, aunque en muchas situaciones esto no es factible por falta de tiempo y medios. En su lugar, se pueden plantear ejercicios prácticos por escrito que emulen las condiciones de las prácticas con objeto de evaluar cómo los alumnos resuelven el proceso de ejecución de las prácticas y los resultados obtenidos. Como situación intermedia, a modo de evaluación diferida, también se utiliza la evaluación a través de un portfolio donde cada alumno presenta un informe o memoria de las prácticas (uno o varios *reports*) donde resume las actividades realizadas y discute de forma crítica unas conclusiones finales. Posteriormente, el evaluador diseña un sistema de rúbricas docentes o guías de puntuación que utiliza para evaluar las memorias entregadas.

El sistema de evaluación a través de un de memorias de prácticas portfolio (Barragán Sánchez (2005), Ballesteros Triblado (2011)) es un sistema menos exigente que una prueba final presencial, y en el que además es habitual tener un mayor grado de subjetividad a la hora de calificar los informes. Es un método habitual cuando el peso de la evaluación no es muy acusado (hasta un 25% de la nota total de la asignatura) y hay un gran número de profesores implicados en la evaluación. El diseño de un sistema de rúbricas adecuado, basado en una buena definición de cuestionarios a cumplimentar (Tortajado-Genaro, 2012), puede reducir el grado de subjetividad, aunque no es fácil eliminar el sesgo asociado a los criterios personales de corrección de cada evaluador.

En contraposición, una prueba final de evaluación es una metodología más objetiva, pero también más demandante para el alumno. Es el método tradicional que se utiliza cuando el peso de las prácticas en la evaluación de la asignatura es preponderante (Perdines et al, 2013). El diseño del test debe garantizar que el alumno puede reproducir lo aprendido en las prácticas en unas condiciones equivalentes a las experimentadas durante la realización de las sesiones prácticas. Se ha de ser especialmente cuidadoso con el contenido del test, evitando introducir complejidades y elementos adicionales a los presentes durante las prácticas.

En este trabajo, se van a valorar estos dos métodos de evaluación para las Prácticas de Laboratorio de la asignatura de tercer curso de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oviedo. Tras tres años (2013/14, 2014/15 y 2015/16) realizando la evaluación de las prácticas de laboratorio mediante un sistema de evaluación por portfolio individual de las memorias entregadas, se ha venido observando un progresivo descenso en la calidad de las memorias, así como una distribución de notas con

muy poca dispersión y con puntuaciones generalmente sobrevaloradas. Además, se han observado criterios de corrección dispares entre los profesores (hasta nueve profesores involucrados en la corrección de las prácticas de laboratorio), por lo que se ha optado a sustituir el sistema de evaluación por una sesión final de evaluación a modo de examen de prácticas (años 2016/17 y actual 2017/18). A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante un análisis estadístico de las notas de prácticas, en los que se confirma la menor subjetividad del método por prueba final a costa de una distribución de notas más dispar y generalmente con menores puntuaciones.

### **Un caso de estudio: la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos (MSF).**

La asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos (MSF) es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, situada en el primer cuatrimestre del tercer curso académico dentro del módulo común del Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo, e impartido en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Tiene como objetivos proporcionar al alumno el conocimiento de los principios de funcionamiento y aplicaciones de las máquinas de fluidos e introducirles en las tecnologías de transporte de fluidos, transmisión de potencia, propulsión, conversión energética y otras aplicaciones de la ingeniería de fluidos. La asignatura también se imparte en inglés para el grupo del itinerario bilingüe del Grado Mecánico.

La asignatura comprende 150 horas de trabajo personal del alumno, 60 de las cuales son de trabajo presencial (28 de clases expositivas, 14 de seminarios, 14 de prácticas de laboratorio, 2 de tutorías grupales y 2 para sesiones de evaluación) y 90 de trabajo no presencial (uso del Campus Virtual y trabajos individuales). Para la calificación final de la asignatura se tienen en cuenta las prácticas de laboratorio (15%) y otra serie de actividades propuestas (elaboración de anteproyectos para diseño de pequeñas instalaciones) que suponen otro 15%. Finalmente, un examen de la asignatura a su término representa el 70% restante de la calificación.

Normalmente, la asignatura cuenta con unos 150 alumnos matriculados al año y un porcentaje de aprobados ligeramente superior al 60% (tasa de rendimiento). Los estudiantes suelen tener una percepción de dificultad baja de la asignatura, de modo que mantienen una actitud positiva y el convencimiento de que pueden aprobar la asignatura con cierta facilidad. Por otro lado, el temario es relativamente corto y con contenidos homogéneos y progresivos, lo cual facilita el seguimiento y la comprensión de la materia. Además, las bases de la asignatura ya se han introducido adecuadamente en la asignatura obligatoria de Mecánica de Fluidos de segundo curso, en la que un tema de dicho curso sienta las bases teóricas de la asignatura de tercer curso. Por lo tanto, la asignatura se concibe como una “ampliación” de conceptos que los alumnos ya han aprendido en cursos anteriores, facilitando enormemente el proceso de aprendizaje y retroalimentando positivamente la confianza de los estudiantes. Cabe decir que

el número de horas que dispone la asignatura es suficiente, lo cual permite avanzar a buen ritmo y sin sobresaltos en los distintos aspectos de la asignatura.

En la Tabla 1 se muestra la evolución en el número de matriculados de la asignatura durante los últimos 5 años, acompañado de los principales indicadores de rendimiento académico de la asignatura: la tasa de rendimiento TR (créditos aprobados/créditos matriculados), la tasa de éxito TEX (créditos aprobados/créditos presentados a evaluación) y la tasa de evaluación TEV (créditos presentados a evaluación/créditos matriculados). Además, se aportan los mismos datos correspondientes al total de la titulación para situar a la asignatura dentro de su contexto. Nótese que la asignatura presenta mejores indicadores que la media de la titulación.

**Tabla 1. Evolución de los Indicadores del Rendimiento Académico de la Asignatura MSF (años 2012/13 a 2017/18) en comparación con los totales de la titulación.**

Curso Académico		2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
<b>Asignatura Máq. y Sist. (MSF)</b>	Nº alum.	64	136	165	129	156	128
	TR	62.3 %	62.1 %	61.0 %	60.8 %	63.8 %	32.8 % <sup>(*)</sup>
	TEX	74.5 %	70.3 %	72.0 %	69.6 %	77.4 %	56.0 % <sup>(*)</sup>
	TEV	83.6 %	88.3 %	84.7 %	87.3 %	82.5 %	58.6 % <sup>(*)</sup>
<b>Grado Ing. Mecánica (GIMECA)</b>	Nº alum. NI	222	227	242	196	177	168
	TR	51.3 %	59.6 %	59.6 %	59.2 %	61.4 %	ND
	TEX	64.3 %	69.8 %	71.9 %	71.7 %	73.9 %	ND
	TEV	79.7 %	85.4 %	82.9 %	82.6 %	83.1 %	ND

(\*) Resultados provisionales (sólo están disponibles los datos de la primera convocatoria de enero).

(\*\*) NI: de Nuevo Ingreso. ND: Datos No Disponibles.

**Figura 1. Valoraciones de satisfacción del programa formativo de la asignatura (EGEred 2016/17)**

Pregunta →	PROGRAMA FORMATIVO				ORIENTACIÓN	PRÁCTICAS	SATISFACCIÓN					
	1. Información	2. Contenidos	3. Sistema de Evaluación	4. Campus Virtual			MEDIA Programa Formativo	5. Atención y Seguimiento del Profesorado tutor	MEDIA Orientación	6. Actividades Prácticas	MEDIA Prácticas	7. Aprendizaje
8-10	43	41	38	49	34	46	43	42				
5-7	42	44	34	34	39	29	40	40				
3-4	3	2	5	4	11	6	6	6				
0-2	0	1	3	2	2	8	2	2				
Nº Respuestas	88	88	80	89	86	89	91	90				
Valor Medio	7,40	7,23	6,95	7,47	7,27	6,80	6,80	6,97	6,97	7,08	6,99	7,03
Media Titulación	7,24	7,47	7,14	7,02	7,22	7,12	7,12	7,14	7,14	6,85	6,86	6,86

Paralelamente, para observar el grado de satisfacción de los alumnos con la asignatura, se muestran en la Figura 1 los resultados de la Encuesta General en Red (2016/17) para un total de 91 respuestas sobre 156 matriculados (significativa tasa de respuesta del 58.3%). La satisfacción media con la asignatura está perfectamente alineada con los valores típicos de la titulación y el programa formativo está valorado positivamente, claramente por encima de la media. Sin embargo, la orientación en la asignatura y los contenidos prácticos están peor valorados, probablemente penalizados por el excesivo número de profesores que participan en las prácticas, el número elevado de grupos de prácticas (ocho) e incluso la disparidad de horarios existente para poder ajustar las prácticas a la planificación del curso.

### **Análisis de los contenidos prácticos de la asignatura**

El temario de prácticas comprende la realización de tres prácticas: (1) Banco oleohidráulico; (2) Curva característica de una bomba centrífuga y (3) Curva característica de un ventilador axial. Las prácticas se realizan en el laboratorio docente del Área de Mecánica de Fluidos del Departamento de Energía de la Universidad de Oviedo, situado en el edificio departamental zona este de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Debido al gran número de matriculados, los 8 grupos de prácticas (PL-1 a PL-8) se subdividen a su vez en subgrupos A y B, resultando un total de 16 subgrupos de prácticas. Finalmente, cada subgrupo se divide en dos equipos (a y b) que realizan las prácticas el mismo día, pero de forma independiente. Estos últimos equipos se formalizan durante la realización de la primera práctica.

Típicamente, la primera práctica se imparte en las semanas correspondientes al 4-10 oct y 16-20 oct (aprox.), la segunda práctica se realiza durante las semanas 23-27 oct y 6-10 nov (aprox.) y la tercera práctica se completa en las semanas 13-17 nov y 20-24 nov (aprox.). Por último, desde 2016/17, se ha incorporado una tutoría grupal de evaluación (semana 27 nov-1 dic) en la que se les realiza a los alumnos una prueba final objetiva.

La primera práctica consiste en la construcción de circuitos oleohidráulicos sencillos que permite contestar a un sencillo cuestionario sobre el comportamiento de los circuitos propuestos. La segunda y tercera práctica tratan sobre la obtención de las curvas características de bombas y ventiladores, midiendo las prestaciones en términos de caudal y presión entregada, así como la potencia consumida por las máquinas para obtener su rendimiento. En estos casos, se utilizan los métodos de medida propuestos por las normas estándar.

En relación a la evaluación de las prácticas, hasta el curso académico 2015/16, se venía realizando una valoración basada en las memorias de prácticas entregadas por los alumnos (Choate y Schmaltz (2005), Johnson y Morphey (2016)). En particular, en el documento de organización de las prácticas, anexo a la guía docente, se recogía el siguiente sistema de evaluación:

Jesús Manuel Fernández Oro, Andrés Meana-Fernández, Raúl Barrio-Perotti, José González Pérez y Eduardo Blanco Marigorta

*“A lo largo de cada sesión, cada alumno deberá realizar individualmente los cálculos y trabajos asociados a la práctica correspondiente. Cualquier duda o problema que surja podrá ser consultada con el profesor encargado de la sesión durante su realización. Los cálculos y resultados serán recogidos en una plantilla manuscrita, que deberá ser entregada a dicho profesor al finalizar la sesión práctica (es decir, no se permitirán entregas posteriores). En su caso, el profesor podrá devolver el informe al alumno para que éste corrija los posibles errores o carencias.*

*Una vez entregado el informe correspondiente a cada sesión, el profesor encargado procederá a su calificación. Cada alumno obtendrá una nota de prácticas, como resultado del promedio de la nota de cada una de ellas. La nota final de prácticas tendrá un valor máximo de 1.5 puntos, que se sumará a la correspondiente al examen escrito, que tendrá un valor máximo de 7.0 puntos”.*

Posteriormente, desde 2016/17, y tras haber detectado una falta de uniformidad en los criterios de corrección, se sustituye la evaluación a través de las memorias por una evaluación de prueba final objetiva. Así, el nuevo texto en relación a la valoración y sistema de evaluación queda redactado de la siguiente manera (se destacan los cambios respecto a la versión previa):

*“A lo largo de cada sesión, cada alumno deberá realizar individualmente los cálculos y trabajos asociados a la práctica correspondiente. Cualquier duda o problema que surja podrá ser consultada con el profesor encargado de la sesión durante su realización. Los cálculos y resultados serán recogidos en una plantilla manuscrita, que el alumno conservará al finalizar la sesión práctica (es decir, no se recogerá informe de prácticas). En su caso, el profesor podrá anotar posibles errores o carencias en los informes para que el alumno pueda corregirlos y comprender su alcance.*

*Se realizará como Tutoría Grupal una sesión de evaluación de prácticas en la última semana del cuatrimestre. Cada alumno podrá llevar los informes que ha ido generando en las prácticas, así como los guiones y material de estudio que considere oportuno (apuntes de clase, problemas resueltos o formulario). Cada alumno contestará a un sencillo cuestionario para evaluar su comprensión del contenido de las prácticas de la asignatura. Finalmente, se obtendrá una nota de prácticas, como resultado únicamente de la corrección de dicho cuestionario. La nota final de prácticas tendrá un valor máximo de 1.5 puntos, que se sumará a la del examen escrito, que tendrá un valor máximo de 7.0 puntos.”*

### **Grupos de prácticas y resultados 2013/14 a 2015/16**

A continuación, se analizan los resultados de las notas de laboratorio obtenidas durante 3 cursos académicos (2013/14, 2014/15 y 2015/16) utilizando el método de evaluación basado en la calificación del informe de prácticas.

En primer lugar, se muestran en la Tabla 2 el número de alumnos que había en cada grupo. Además, se identifican los profesores (con sus iniciales) que estuvieron a cargo de cada uno de esos grupos. El número medio de alumnos por grupo durante esos años fue de 15.2 alumnos por grupo, un valor adecuado conforme a los 16 alumnos que se prevén al principio del curso. Solamente el número de alumnos fue algo mayor en el curso 2014/15 como consecuencia de un repunte en la matrícula. Nótese que durante esos años se contó de media con 4 profesores para impartir los 8 grupos de prácticas.

Tabla 2. Composición de los grupos de prácticas durante los cursos 2013/14 a 2015/16.

Curso Académico	2013/14		2014/15		2015/16	
Grupo	Nº Alu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.
PL-1	13	RBP	18	BGH	10	MGV
PL-2	16	JMC	16	BPG	15	PGR
PL-3	16	JFO	14	RBP	14	MGV
PL-4	15	JMC	18	BPG	16	PGR
PL-5	13	JMC	19	MGV	16	KAD
PL-6	14	RBP	16	BPG	12	KAD
PL-7	16	EBM	18	MGV	14	MGV
PL-8	13	EBM	19	MGV	16	MGV
<b>Promedio/Total</b>	<b>14.5</b>	<b>4</b>	<b>17.2</b>	<b>4</b>	<b>14.1</b>	<b>4</b>

Tabla 3. Puntuaciones de prácticas obtenidas durante los cursos 2013/14 a 2015/16.

Curso Académico	2013/14		2014/15		2015/16	
Grupo	N <sub>M</sub>	σ	N <sub>M</sub>	σ	N <sub>M</sub>	σ
PL-1	1.35	0.13	1.23	0.16	1.40	0.09
PL-2	1.28	0.14	1.24	0.10	1.22	0.21
PL-3	1.26	0.10	1.31	0.14	1.34	0.06
PL-4	1.26	0.05	1.25	0.12	1.29	0.18
PL-5	1.20	0.24	1.31	0.12	1.22	0.09
PL-6	1.39	0.06	1.19	0.15	1.22	0.14
PL-7	1.39	0.17	1.28	0.17	1.35	0.15
PL-8	1.33	0.24	1.29	0.11	1.30	0.16
<b>Promedio</b>	<b>1.31</b>	<b>0.161</b>	<b>1.26</b>	<b>0.14</b>	<b>1.29</b>	<b>0.16</b>

En la Tabla 3 se muestran las notas medias ( $N_M$ ) obtenidas en cada grupo de prácticas durante esos años, así como la desviación típica de cada grupo ( $\sigma$ ) para dar una idea de la dispersión en las notas. Como se puede observar, en especial a partir de los promedios anuales (última fila de la tabla), se deduce que existe una evidente uniformidad, con unos valores característicos típicos. En particular, la media total de la nota de prácticas de esos 3 años quedaría fijada en  $1.29 \pm 0.15$ .

Adicionalmente, a partir de los resultados de la Tabla 3, se ha tratado de encontrar algún tipo de correlación entre la calificación de cada grupo y el número de alumnos, el año, o el profesor que impartía las sesiones de prácticas. Se han considerado las 24 notas medias y también las 24 dispersiones de todos los grupos durante esos 3 cursos académicos y se han calculado sus coeficientes de correlación respecto a estas 3 variables: número de alumnos, profesor y número de grupo (equivalente a horario), buscando encontrar alguna correlación subyacente que pudiera informar de algún sesgo oculto en la evaluación (ajenos al propio estudiante). Lo más destacado (ver Tabla 4) es que aparece una leve correlación negativa (-0.32) entre el número de alumnos en un grupo y la nota media del grupo (a menor número de alumnos en el grupo se intuye una mejor nota media del grupo) y una importante correlación (0.75) entre la nota media del grupo y el profesor que lo evalúa (sin embargo, en las dispersiones no se

aprecia esa relación), confirmando que hay un significativo sesgo en función del profesor que evalúa el informe de prácticas.

**Tabla 4. Análisis de correlación de factores en las notas de prácticas, 2013/14 a 2015/16.**

Cursos 2013/2016 Factor	Coeficiente de Correlación, $r^{(*)}$ , respecto a:	
	Nota Media (NM)	Dispersión ( $\sigma$ )
Núm. Alumnos por grupo	<b>-0.32</b>	-0.05
Horario del grupo (ID del grupo, PL1 a 8)	0.09	0.25
Profesor (9 profesores identificados)	<b>0.75</b>	0.01

(\*) El coeficiente de correlación se define como:  $r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$

Por otro lado, conviene no sólo testear los resultados de evaluación en función de factores externos al alumno, sino también tener en cuenta la propia motivación y responsabilidad del alumno. Aunque no es posible hacer un análisis directo, es interesante cotejar las notas obtenidas en las prácticas con las notas obtenidas a posteriori en la evaluación del examen de la asignatura en el caso de cada alumno. Así, por ejemplo, la Tabla 5 muestra la nota media y la dispersión observada en las notas de prácticas (en negrita) para dos grupos de control distintos: para alumnos que finalmente aprobaron el examen de la convocatoria correspondiente (color azul) y para alumnos que finalmente lo suspendieron (color rojo). Los resultados muestran claramente la total independencia de la nota de prácticas respecto de la nota del examen:  $1.30 \pm 0.16$  para los que finalmente aprobaron por  $1.29 \pm 0.16$  para los que suspendieron. En otras palabras, la nota de prácticas no está reflejando que su evaluación sea significativa para el aprendizaje, ya que sacan las mismas puntuaciones el grupo de alumnos que finalmente aprueban que los que suspenden. En la Figura 3 -izquierda- se muestra en un gráfico de dispersión la relación entre las notas de prácticas (ordenadas) y la del examen (abscisas) de cada alumno para un total de 190 alumnos finalmente aprobados (puntos azules) frente a 279 suspensos (puntos rojos). Los puntos cuadrados representan el valor medio de cada grupo.

**Tabla 5. Notas prácticas de los estudiantes que aprobaron el examen (datos con fondo azul) frente a notas de prácticas de alumnos finalmente suspensos (datos con fondo rojo) – cursos 2013 a 2016.**

Acta	Prueba	Cursos 2013-2016	
		Nota Media (NM)	Dispersión ( $\sigma$ )
Aprobados	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	<b>1.30</b>	<b>0.16</b>
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	5.14	1.05
Suspendidos	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	<b>1.29</b>	<b>0.16</b>
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	2.10	0.97

### **Grupos de prácticas y resultados 2016/17 a 2017/18**

Se muestran ahora los resultados de las notas de laboratorio obtenidas durante 2 cursos académicos (2016/17 y 2017/18) utilizando el método de evaluación basado en la calificación por prueba final objetiva (examen de prácticas). El examen consistía en la construcción de las curvas de funcionamiento de los equipos a partir de unos datos simulados de medición obtenidos en el laboratorio. Para reducir el nivel de exigencia, a los estudiantes se les permitió utilizar todo tipo de material (apuntes, libros, guiones, etc.) para la realización del test.

Como en el apartado anterior, se muestran en primer lugar las composiciones de los grupos de prácticas (Tabla 6), tanto en número de alumnos como de profesores (con sus iniciales). En esta ocasión, el número medio de alumnos por grupo durante esos años fue de 13.3 alumnos por grupo, un valor algo inferior al de referencia de 16 alumnos, consecuencia lógica del progresivo descenso en el número de matriculados de nuevo ingreso observada en la Tabla 1. Así mismo, durante esos años una media de 5 profesores impartió los 8 grupos de prácticas.

**Tabla 6. Composición de los grupos de prácticas durante los cursos 2016/17 y 2017/18.**

Curso Académico	2016/17		2017/18	
	NºAlu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.
PL-1	16	MGV	13	MGD
PL-2	11	PGR	12	RBP
PL-3	12	MGV	13	MGV
PL-4	16	AZL	12	RBP
PL-5	13	KAD	13	BDP
PL-6	16	MGV	14	AGS
PL-7	11	PGR	11	PGR
PL-8	17	MGV	13	MGV
<b>Promedio/Total</b>	<b>14.0</b>	<b>4</b>	<b>12.6</b>	<b>6</b>

**Tabla 7. Puntuaciones de prácticas obtenidas durante los cursos 2016/17 a 2017/18.**

Curso Académico	2016/17		2017/18	
	N <sub>M</sub>	$\sigma$	N <sub>M</sub>	$\sigma$
PL-1	0.98	0.26	1.23	0.41
PL-2	1.23	0.16	1.13	0.31
PL-3	1.04	0.27	1.11	0.29
PL-4	1.17	0.19	0.98	0.34
PL-5	1.03	0.33	1.40	0.09
PL-6	0.87	0.30	0.97	0.32
PL-7	1.02	0.40	1.07	0.40
PL-8	0.95	0.38	1.00	0.33
<b>Promedio</b>	<b>1.02</b>	<b>0.32</b>	<b>1.13</b>	<b>0.32</b>

En la Tabla 7 se muestran las notas medias ( $N_M$ ) y las desviaciones ( $\sigma$ ) obtenidas por los alumnos en cada grupo de prácticas durante los dos últimos años. Nótese el importante descenso observado en la nota media de las puntuaciones, así como el significativo aumento en la dispersión, rompiendo así la excesiva uniformidad observada en el método de evaluación anterior. En particular, la media total de la nota de prácticas de estos 2 últimos años quedaría fijada en  $1.07 \pm 0.32$ .

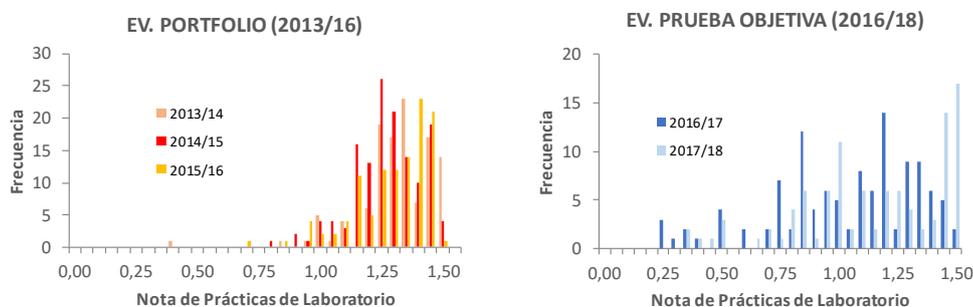
También se han utilizado los datos de la Tabla 7 para buscar correlaciones de estas nuevas puntuaciones con alguno de los factores analizados anteriormente. Así, la Tabla 8 revela que sigue habiendo una leve correlación negativa (-0.35) con el número de alumnos y que aparece ahora también una leve correlación negativa (-0.41) con el número de grupo. En cualquier caso, lo más relevante es el descenso observado en la correlación respecto al profesor que evalúa cada grupo (0.47), lo que permite concluir que el sesgo asociado a la corrección personal de cada docente se mitiga de manera importante.

**Tabla 8. Análisis de correlación de factores en las notas de prácticas, 2016/17 y 2017/18.**

Cursos 2016/2018 Factor	Coeficiente de Correlación, r, respecto a:	
	Nota Media ( $N_M$ )	Dispersión ( $\sigma$ )
Núm. Alumnos por grupo	-0.35	-0.10
Horario del grupo (ID del grupo, PL1 a 8)	-0.41	0.32
Profesor (8 profesores identificados)	0.47	-0.02

Para resaltar cómo el examen de prácticas ha mejorado la distribución de notas, se muestra en la Figura 2 la comparación de los histogramas de las calificaciones de prácticas con ambos sistemas. Las notas se han agrupado en bloques de calificación de 0.05 en 0.05 puntos. En la izquierda, los resultados de la evaluación por portfolio evidencian la poca dispersión de las notas y la sobrevaloración en la nota media de las puntuaciones. Por el contrario, en la derecha, se observa cómo la evaluación según examen devuelve una mayor dispersión y un valor medio más bajo, más razonable de lo que cabe esperar de los grupos de prácticas.

**Figura 2. Comparativa de los histogramas de notas de prácticas de laboratorio: evaluación según portfolio de memorias (izquierda) vs evaluación por examen final (derecha).**



*Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva*

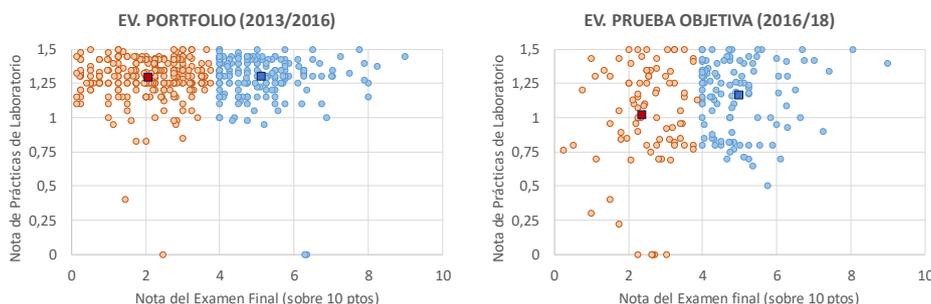
El punto final del análisis se lleva a cabo en la Tabla 9 comparando nuevamente las puntuaciones medias obtenidas en las prácticas por los alumnos que además han aprobado el examen de la asignatura (fondo azul), en relación a los que finalmente han sido incapaces de aprobarla (fondo rojo). Amén de la importante desviación registrada ahora, lo más destacado es que las notas son ahora mucho más significativas, de modo que los alumnos que al final aprueban obtienen también unas puntuaciones de prácticas mucho más altas. Nótese que se obtiene una diferencia de casi 0.15 puntos sobre 1.5 (de 1.16 por los aprobados a 1.02 por los suspensos). Esto supone prácticamente un 10% de diferencia, en contraposición a la inexistente diferencia observada en el método de evaluación por memorias entregables.

Como colofón se comparan estos nuevos resultados tabulados dentro de la representación gráfica ideada para la Figura 3. En esta ocasión se ha contado con datos de 116 alumnos finalmente aprobados (puntos azules) frente a 99 suspensos (puntos rojos). En dicha Figura 3 -derecha- se observa sin género de dudas una distribución de notas mucho más dispersa con valores medios notablemente dispares entre aprobados y suspensos.

**Tabla 9. Notas prácticas de los estudiantes que aprobaron el examen (datos con fondo azul) frente a notas de prácticas de alumnos finalmente suspensos (datos con fondo rojo) – cursos 2016 a 2018.**

Acta	Prueba	Cursos 2016-2018	
		Nota Media (N <sub>M</sub> )	Dispersión ( $\sigma$ )
Aprobados	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	1.16	0.25
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	5.00	0.94
Suspendidos	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	1.02	0.38
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	2.38	0.87

**Figura 3. Comparativa de los diagramas de dispersión de notas de prácticas de laboratorio en función del aprobado (azul) o suspenso (rojo) final en la asignatura. Nota: el aprobado se ha fijado en conseguir al menos un 4 en la calificación del examen.**



## Conclusiones

En este trabajo se han analizado las distribuciones de las notas de prácticas de laboratorio de la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oviedo, valoradas en 1.5 puntos de la nota total de evaluación. Se han tenido en cuenta las notas obtenidas por 684 alumnos durante los últimos 5 cursos académicos en función de dos sistemas de evaluación diferentes: mediante valoración de memorias de prácticas (2013 a 2016) o mediante puntuación de una prueba final objetiva (examen de prácticas, de 2016 a 2018).

Los resultados han puesto de manifiesto que la evaluación mediante portfolio se caracteriza por unas distribuciones de notas con muy poca dispersión y generalmente sobrevaloradas ( $1.29 \pm 0.15$ ), con notables sesgos en función del profesor que califica (correlación positiva de valor  $r=0.75$ ). Además, se ha constatado que la evaluación de las prácticas no es significativa para el aprendizaje de los alumnos ya que el grupo de alumnos finalmente suspenso obtuvo de media ( $1.29 \pm 0.16$ ) prácticamente la misma nota de prácticas que el grupo de alumnos finalmente aprobado ( $1.30 \pm 0.16$ ).

Por el contrario, la evaluación mediante examen de prácticas ha permitido reducir la excesiva uniformidad de notas del sistema anterior, aumentando la dispersión y conteniendo la calificación de las prácticas ( $1.07 \pm 0.32$ ). Además, el sesgo observado respecto al profesor que califica también se ha reducido de manera muy significativa (correlación de valor  $r=0.47$ ). Por último, también se ha evidenciado una mejora en la evaluación en relación al aprendizaje significativo. El grupo de alumnos que finalmente aprobaron la asignatura obtuvo una nota media ( $1.16 \pm 0.25$ ) notablemente mejor (un 10% superior) que el grupo de alumnos finalmente suspensos ( $1.02 \pm 0.38$ ).

Por tanto, la evaluación con prueba final objetiva resulta ser más significativa, eliminando sesgos diversos, reduciendo la subjetividad observada durante años precedentes y proporcionando distribuciones de notas más coherentes y adecuadas.

## Referencias

- Alam, F. (Ed). (2014). *Using Technology Tools to Innovate Assessment, Reporting, and Teaching Practices in Engineering Education*, IGI Global, New York, 409 pp.
- Ballesteros Triblado, E.A., Molina Díaz, A., García Reyes, J.F., Gilbert López, B. (2011). El portafolios como estrategia de evaluación y aprendizaje en las asignaturas de química analítica de la Universidad de Jaén. *Actas del III Congreso Internacional UNIVEST 2011*. Gerona, junio de 2011.
- Barragán Sánchez, R. (2005). El Portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Una experiencia práctica en la Universidad de Sevilla. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4, 121-139.

*Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva*

- Choate, R., Schmaltz, K. (2005). Design, Build and Test in a Thermal Fluids Laboratory Course. *Proceedings of the 2005 ASEE 112<sup>th</sup> Annual Conference & Exposition for Engineering Education*. Portland (OR – USA), junio de 2005.
- De la Fuente Aragón, M.V., Mestre Martí, M., Ros McDonnell, D., Cavas Martínez, F., Hontoria Hernández, E., Suardiaz Muro, J. (2013). Metodología de evaluación del proceso de aprendizaje en clases prácticas. *Actas de las XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria*, 1219-1232. Alicante, noviembre de 2013.
- Edward, N.S. (2002). The Role of Laboratory Work in Engineering Education: Student and Staff Perceptions. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 39(1)
- Feisel, L.D., Rosa, A.J. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130.
- Garrido, A., Penadés, M.C., Pelechado, V. (2001). Un modelo de evaluación de prácticas en Laboratorio de Ingeniería del Software. *Actas de las VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática (JENUI 2001)*, 222-227.
- Guía Docente de la Asignatura Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos del Grado en Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. (<http://www.epigi-jon.uniovi.es/index.php/ver-todos-los-grados/37-grado-ingenieria-mecanica/1837-grado-en-ingenieria-mecanica-guias-docentes>).
- Ionescu, D. (2015). The Importance of Working Integrated Learning and Relevant Laboratory Experiments in Engineering Teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174. 2825-2830.
- Johnson, B.E., Morphey, J.W., An Analysis of Recipe-based Instruction in an Introductory Fluid Mechanics Laboratory. *Proceedings of the 2016 ASEE 123<sup>rd</sup> Annual Conference & Exposition for Engineering Education*, New Orleans (LA – USA), junio de 2016.
- Martínez, M., Cadenato, A., Gallego, I., Jordana, J., Sánchez, F.J. (2011). Algunos ejemplos de buenas prácticas de evaluación del grupo GRAPA-RIMA-Universitat Politècnica de Catalunya. *Actas del XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (19 CUIEET)*. Barcelona, junio de 2011.
- Tortajada-Genaro, L.A., Noguera Murray, P. (2012) Potencial de las rúbricas como herramienta evaluativa en prácticas de laboratorio. *Actas del I Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa (INNOVAGOGIA 2012)*, 623-631. Sevilla, noviembre de 2012.
- Pardines, I., Sánchez-Elez, M., Chaver, D., Gómez, J.I. (2013). Evaluación Continua on-line en Sesiones Prácticas como Complemento a un Examen Final. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 1(4), 175-183.