

# 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

*Índice de ponencias*

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 “ <i>engineers</i> ”. 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



## **Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera**

**F. Sánchez Lasheras<sup>a</sup>, J. Cereijo Viña<sup>b</sup>, M. Suárez Cuevas<sup>c</sup>, J.A. Trevejo Alonso<sup>d</sup>, C. Eloy Álvarez<sup>e</sup> y M.J. Fernández Gutiérrez<sup>f</sup>**

<sup>a</sup> Universidad de Oviedo (Principado de Asturias, España), Departamento de Matemáticas correo: [sanchezfernando@uniovi.es](mailto:sanchezfernando@uniovi.es), <sup>b</sup> Instituto de Educación Secundaria Corvera (Principado de Asturias, España) correo: [jcereijo@telecable.es](mailto:jcereijo@telecable.es), <sup>c</sup> Colegio Santa Teresa de Jesús (Principado de Asturias, España) correo: [marta.suarez@oviedo.escuelateresiana.com](mailto:marta.suarez@oviedo.escuelateresiana.com), <sup>d</sup> Instituto de Educación Secundaria Mata Jove (Principado de Asturias, España) correo: [juanantral@gmail.com](mailto:juanantral@gmail.com), <sup>e</sup> Instituto de Educación Secundaria N° 5 (Principado de Asturias, España) correo: [cesarelo@educastur.org](mailto:cesarelo@educastur.org), <sup>f</sup> Universidad de Oviedo (Principado de Asturias, España), Departamento de Matemáticas correo: [mjfg@uniovi.es](mailto:mjfg@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*This article presents a study on the conceptual errors in Mathematics committed by the students of the degree in Computer Science. The study was carried out on freshmen from Computer Science degree that the year before attended the second year of Baccalaureate. It analyzes the conceptual errors committed, the reason of them, the influence on the final mark of the subject of Infinitesimal Calculus, as well as the differences existing by gender and center of origin.*

*It is verified that the conceptual errors decrease after studying the subject of Infinitesimal Calculus in the Faculty of Computer Engineering of Oviedo University. In addition, no significant differences have been detected by the type of center of origin, although gender differences in the marks were found.*

**Keywords:** *conceptual errors, mathematics, infinitesimal calculus, first year at University*

---

### **Resumen**

*Este artículo presenta un estudio relativo a los errores conceptuales en Matemáticas cometidos por los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software. El estudio se ha realizado sobre alumnos de primer año de carrera que en el curso académico anterior cursaron segundo de bachillerato. Se ana-*

*Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera*

*lizan los errores conceptuales cometidos, el motivo de los mismos, la influencia sobre la calificación final de la asignatura de Cálculo Infinitesimal, así como las diferencias existentes por género y centro de procedencia.*

*Se comprueba que los errores conceptuales disminuyen después de cursar la materia de Cálculo en la Escuela de Ingeniería Informática de Oviedo. Además, no se han detectado diferencias significativas por el tipo de centro de procedencia, aunque sí en función del género.*

**Palabras clave:** errores conceptuales, matemáticas, cálculo infinitesimal, primer año de carrera

## **Introducción**

En las pruebas realizadas estos últimos años para evaluar las competencias adquiridas por los alumnos de Ingeniería, en las asignaturas de Matemáticas, se observa que un porcentaje significativo de éstos cometen “errores conceptuales” muy similares.

En la Conferencia de Rectores (CRUE), muchos integrantes han pedido que la comunicación con las enseñanzas medias sea “más intensa y fluida” para que el “puente” entre el Bachillerato y los estudios universitarios “sea mucho más seguro y el salto menos grande”.

En todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, adquiere especial importancia la expresión tanto oral como escrita de los procesos realizados y de los razonamientos seguidos, puesto que ayudan a formalizar el pensamiento. Es un hecho, que muchos alumnos que ingresan en la Universidad tienen serias dificultades (Corica, 2009) para expresar con lenguaje matemático (y no matemático) una simple definición (Fernández, 2016; Fernández, 2018).

Los motivos por los que los alumnos cometen errores en matemáticas pueden ser muy diversos. Pero cuando estos errores son muy similares entre alumnos muy diferentes, procedentes de distintos centros y sin haber tenido contacto previo, el motivo o motivos de estos errores pueden estar más acotados.

El aprendizaje matemático no consiste en un proceso de incorporación de datos, reglas, etc. a una mente en blanco, sino que implica un diálogo, implícito o explícito, entre los conocimientos previos del alumno y los nuevos, que trata de enseñarle el profesor (Riviere, 1990). Teniendo en cuenta que para aprender matemáticas debe existir un diálogo entre conocimientos previos y conocimientos nuevos, la hipótesis de que unos conocimientos mal cimentados pueden dar lugar a errores “comunes” entre los alumnos gana fuerza. ¿Qué motivos pueden dar lugar a unos conocimientos previos deficientes?

Uno de los factores pueden ser libros de texto poco rigurosos o con errores conceptuales. Analizando libros de texto de diferentes editoriales, observamos la falta de rigor y, en ocasiones, los errores en las conclusiones a las que se llegan, lo cual puede derivar en errores conceptuales en los alumnos.

Como dice el Currículo de Bachillerato (BOPA, 2015), “Las matemáticas tienen un papel relevante en la formación intelectual del alumnado contribuyendo a desarrollar las capacidades de razonamiento lógico, de generalizar y de hacer abstracción. Las matemáticas favorecen de manera especial el desarrollo del pensamiento y razonamiento, en particular el pensamiento lógico-deductivo y algorítmico”. Y “Las matemáticas en el Bachillerato cumplen un triple papel:

- *Formativo*, contribuyendo a la mejora de estructuras mentales y a la adquisición de aptitudes cuya utilidad trasciende el ámbito de las propias matemáticas.
- *Instrumental*, proporcionando técnicas y estrategias básicas, tanto para otras materias de estudio como para la actividad profesional.
- *Propedéutico*, aportando los conocimientos y fundamentos teóricos necesarios para acceder a estudios posteriores.”

En la asignatura de Cálculo del Grado en Ingeniería Informática del Software de la Universidad de Oviedo, se realizan tres exámenes a lo largo del cuatrimestre, con materia diferente y con idéntica ponderación (meses de octubre, noviembre y enero); con anterioridad a la realización de cada una de las pruebas, en una tutoría grupal, se les ha explicado a los alumnos cuáles fueron los principales errores que cometieron los estudiantes de cursos anteriores en la prueba correspondiente al mismo temario.

### **Trabajos Relacionados**

A lo largo de la etapa de Secundaria, el nivel madurativo de los alumnos no es el mismo y, por lo tanto, la elaboración de un currículo adecuado ha conllevado muchas modificaciones durante los últimos años. “La actual propuesta de currículos de secundaria de matemáticas por competencias, hay que pensarla como una consecuencia más del giro procesal en el diseño del currículo de matemáticas que ha tenido lugar a nivel internacional en las últimas décadas. Dicho giro ha significado pasar de currículos de matemáticas cuyos objetivos eran el aprendizaje, sobre todo de conceptos a currículos cuyos objetivos son el aprendizaje, sobre todo, de procesos. Este giro se ha producido, entre otras razones, debido a que las matemáticas actualmente se ven como una ciencia en la cual el método domina claramente sobre el contenido. Por esta razón, recientemente se ha dado una gran importancia al estudio de los procesos matemáticos, en particular los procesos de resolución de problemas y modelización” (Font, 2011).

Diversos autores constatan que ciertos errores son cometidos por un alto porcentaje de estudiantes, tal y como ha sido detectado también en el presente estudio. Esta circunstancia,

parece que está extendida no sólo en España (Fernández, 2018; González et al., 2015; Nieto y Ramos, 2012; Rico, 1997), sino en diversos países europeos (Kurz, 2010; Fhloinn y Carr, 2010). En el caso de los estudiantes de ingeniería, varios investigadores (Bowen et al., 2007; Mustoe, 2002) y también instituciones educativas y profesionales constatan una deficiente formación matemática previa.

## Metodología

Los alumnos se sometieron a un mismo test, al principio del primer cuatrimestre de su primer curso de grado (septiembre de 2017) y al final del mismo cuatrimestre (enero de 2018). Después de realizar por primera vez el cuestionario, los alumnos no reciben información acerca de su resultado en la prueba, ni tampoco de las respuestas correctas. Además, tampoco se les informa que el test se repetirá al final del cuatrimestre.

**Tabla 1. Cuestionario propuesto a los alumnos.**

- 1) El número 0.090909090909...  
a) es irracional ; b) es entero ; c) es racional ; d) es romano
- 2)  $\log_2(1/4) =$   
a) 2 ; b) -2 ; c) 1/2 ; d) no existe
- 3) Sean  $f(x) = \sqrt{x}$  si  $x \geq 0$ ,  $g(x) = \sqrt{x}$  si  $x > 0$ ,  $l = \lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  y  $m = \lim_{x \rightarrow 0} g(x)$ . Entonces:  
a)  $l = 0$ , no existe  $m$  ; b)  $l = m = 0$  ; c) no existen  $l$  y  $m$  ; d)  $m = 0$ , no existe  $l$
- 4) Sea  $f(x) = \frac{x^3}{x^2 + 1}$ . Señalar la afirmación falsa:  
a)  $f$  es impar ; b)  $f$  es acotada en  $\mathbb{R}$  ; c)  $f$  es una función racional ; d)  $f$  es continua en  $\mathbb{R}$
- 5) El número de raíces reales de la ecuación  $x^3 + x - 5 = 0$  es  
a) 0 ; b) 1 ; c) 2 ; d) 3
- 6) Sea  $f(x) = x^2$  definida en el intervalo cerrado  $[-2, 1]$ . El máximo absoluto de  $f(x)$  es  
a) 4 ; b) -2 ; c) 1 ; d) no existe el máximo
- 7) Si  $f$  es continua en  $[a, b]$ , el área de la región plana delimitada por la curva  $y = f(x)$ , las rectas verticales  $x = a$ ,  $x = b$  y el eje de abscisas, viene dado por:  
a)  $\int_a^b f(x) dx$  ; b)  $\left| \int_a^b f(x) dx \right|$  ; c)  $\int_a^b |f(x)| dx$  ; d) ninguna de las anteriores
- 8) La integral indefinida de  $\frac{x}{1+x^2}$  es:  
a)  $2 \log(1+x^2) + C$  ; b)  $\log(1+x^2) + C$  ; c)  $(\log(1+x^2)/2) + C$  ; d)  $\arctg(x) + C$   
log = logaritmo neperiano.



La primera vez que se pasó el test, éste fue respondido por un total de 112 alumnos y la segunda vez, en el mes de enero, un total de 78 personas fueron las que contestaron el test. En el presente trabajo solo se comparan las 52 personas que resultan de eliminar del estudio al alumnado que no respondió a ambas pruebas y a las personas cuya procedencia en el curso actual, no fuera de un centro de secundaria (i.e. repetidores u otras facultades).

Los cuestionarios son de 8 preguntas con 4 respuestas posibles (a, b, c y d), de las que sólo una es correcta. Si la respuesta es correcta, se contabiliza como 1 y si no lo es, como 0. La suma de las respuestas (que estará entre 1 y 8) será la nota del test. Las preguntas formuladas, se recogen en la Tabla 1.

### **Participantes.**

La población objeto de estudio son los alumnos de primer curso de Ingeniería Informática del Software que cursan la materia de Cálculo. De los 52 encuestados, mencionados en la sección de procedimiento, 13 (25%) son mujeres y 39 (75%) hombres. Además, 36 (69%) proceden de la enseñanza pública y 16 (31%) de un centro privado o concertado.

### **Objetivo.**

El objetivo de este trabajo, realizado conjuntamente por profesores de Bachillerato y Universidad, es detectar los posibles errores conceptuales en matemáticas que posee el alumnado proveniente de bachillerato y que actualmente cursa la asignatura de Cálculo en primer curso del Grado en Ingeniería Informática del Software (Universidad de Oviedo).

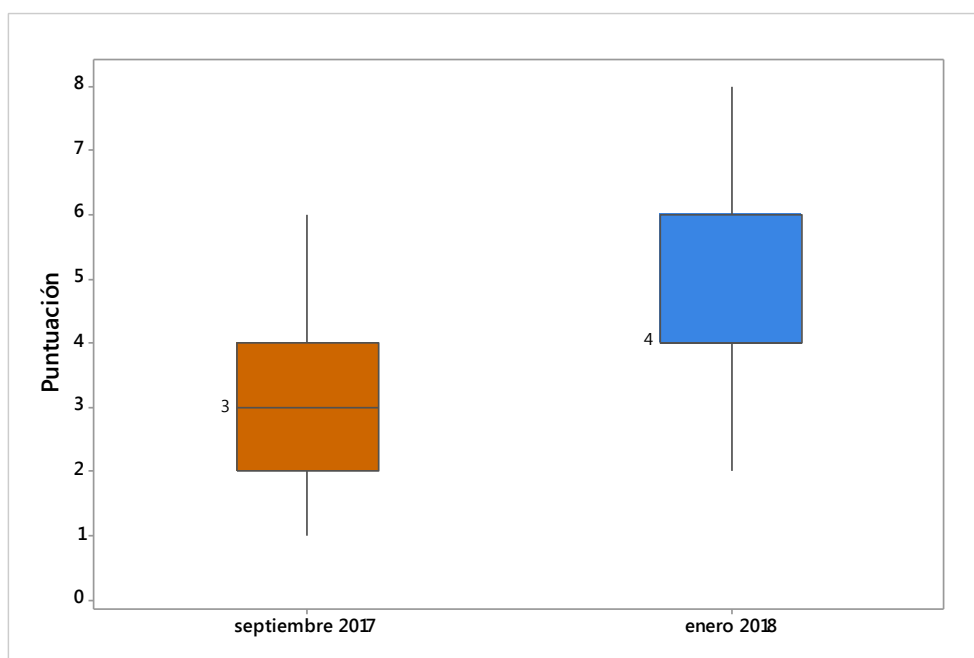
### **Resultados**

La puntuación media obtenida por los alumnos encuestados en septiembre de 2017, fue de 3,23 puntos, con una desviación estándar de 1,46 y una mediana de 3. Este grupo de alumnos, sometido a esta misma prueba en enero de 2018, obtuvo una puntuación media de 4,62 con una desviación estándar de 1,39 y una mediana de 4. La moda, pasó de ser 2 en septiembre de 2017 a 4 en enero de 2018. Nótese que la puntuación máxima que se puede obtener en este test es de 8 puntos. El diagrama de cajas de la Figura 1 muestra la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos las dos veces que realizaron el test. En esta figura se observa que el 75% de los datos (Q1, Q3) están entre 2 y 4 puntos en el primer pase del test y entre 4 y 6, en el segundo. Parece por tanto que los resultados en la segunda prueba son mejores que en la primera, pues media, mediana y moda mejoran según se describe anteriormente. Para estudiarlo estadísticamente, se contrasta.

En primer lugar, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov con el fin de comprobar la normalidad de los datos. Los resultados obtenidos tanto para las puntuaciones de la primera como de la segunda aplicación del test ( $p < 0,001$ ) demuestran la falta de normalidad de esta variable. Por tanto, se aplicó un test no paramétrico, en concreto la prueba U de Mann-Whitney

que contrasta la hipótesis nula de igualdad de medianas frente a la alternativa de que no lo son. Además, se eligió una prueba apareada, al tratarse de un test realizado al mismo grupo de alumnos en dos momentos temporales distintos. El valor del estadístico obtenido ( $p < 0,01$ ), permite afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre el valor de la mediana en ambos grupos. Por tanto, se concluye que los resultados sobre los errores de concepto de análisis matemático, después de cursar el primer cuatrimestre del grado, han mejorado.

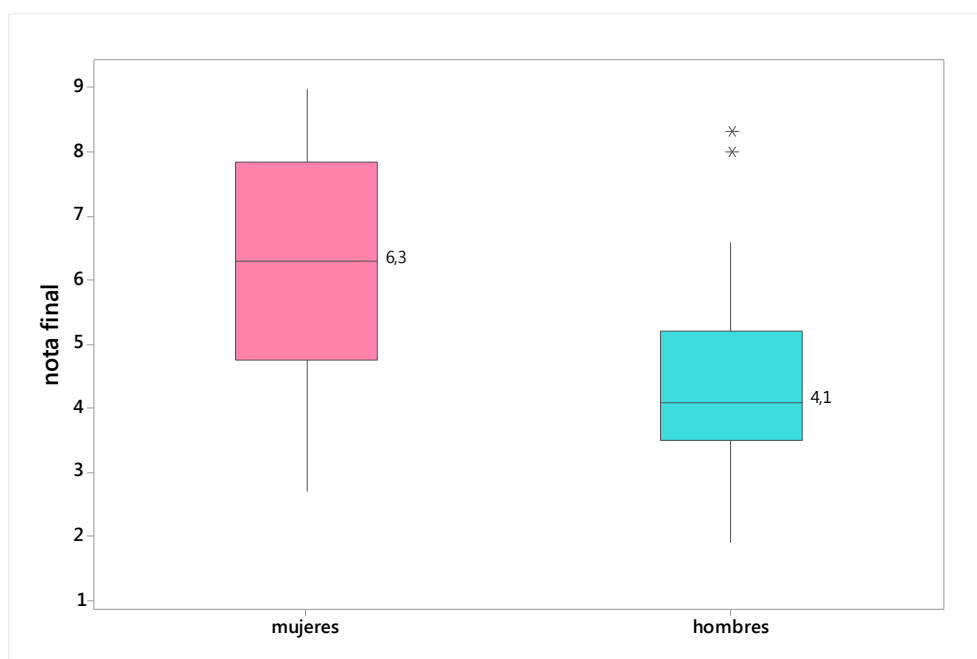
**Figura 1** Diagrama de cajas de la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos en septiembre de 2017 y enero de 2018.



Al analizar los resultados obtenidos por los alumnos tanto en el global de la asignatura como en los test realizados en septiembre de 2017 y enero de 2018 en función del centro de procedencia del mismo (centros públicos frente a privados o concertados), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni en el test efectuado en septiembre ( $p = 0,362$ ), ni en el de enero ( $p = 0,428$ ) ni en el resultado global de la asignatura ( $p = 0,874$ ). En cambio, si se analizan los resultados obtenidos en los dos test, así como la nota final de la asignatura en función del género (Figura 2), a pesar de no haberse hallado diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni en el test efectuado en septiembre ( $p = 0,554$ ), ni en el de enero ( $p = 0,074$ ), sí se aprecia una diferencia estadísticamente significativa en re-

lación con la calificación final de la asignatura ( $p = 0,003$ ), obteniendo una mejor calificación las mujeres, con un valor de mediana de 6,3 y media de 6,1, frente a un valor de 4,1 de los hombres en mediana y 4,5 en media.

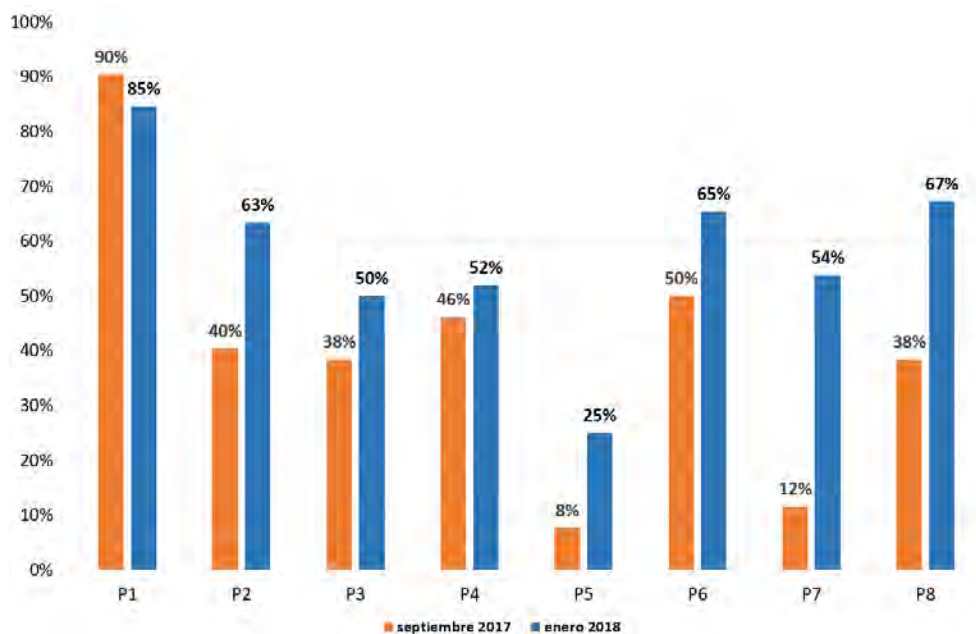
**Figura 2** Diagrama de cajas de la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos en la asignatura en función de su género.



La Figura 3 muestra el porcentaje de aciertos en cada una de las preguntas en septiembre de 2017 y en enero de 2018. En el caso de la pregunta 1, que había tenido un 90% de aciertos en septiembre de 2017, en enero de 2018 el porcentaje desciende hasta el 85%. En el resto de preguntas, el porcentaje de aciertos aumenta, correspondiendo el mayor incremento a la pregunta 7 (42%), seguida de la pregunta 8 (29%) y de la pregunta 2 (23%).

Desde nuestro punto de vista, el fallo en la pregunta uno se debe a la falta de conocimiento teórico de los estudiantes, que, aunque son capaces de realizar muchos tipos de ejercicios, tienen carencias teóricas. A pesar de esto, la mayoría de los estudiantes que hicieron el test, sabían la respuesta correcta. Sobre la pregunta número dos, hemos de decir que la forma en la que se debe operar con logaritmos es conocida por los estudiantes de secundaria. Desde nuestro punto de vista, la dificultad de esta pregunta estaría vinculada a cómo expresar  $1/4$  como potencia de 2 y también a que los logaritmos se estudian principalmente en el primer año del bachillerato y no en el segundo.

**Figura 3** Porcentaje de aciertos en cada una de las preguntas en septiembre de 2017 y enero de 2018.



La pregunta número tres, aborda el concepto de límite de una función en un punto, y desde nuestro punto de vista, en este caso la dificultad está relacionada con el hecho de que no se requiere que una función esté definida en cierto punto para tener límite. La falta de acierto de los estudiantes, podría estar relacionada con que en la mayoría de los centros de secundaria, los límites no se enseñan con tanto detalle. La pregunta número cuatro es nuevamente una pregunta teórica, en la que los estudiantes serán capaces de deducir la respuesta correcta si conocen las definiciones de cada uno de los conceptos. La pregunta número cinco se refiere al número de raíces reales de una ecuación polinómica y fue la pregunta más difícil. Por nuestra experiencia, algunos estudiantes confunden las raíces reales irracionales con las complejas. Desde un punto de vista teórico, y para proporcionar una respuesta correcta a esta pregunta, sería realmente útil para los estudiantes conocer los teoremas de Bolzano y Rolle, pero desde un punto de vista práctico, para que puedan dar la respuesta correcta, resulta suficiente estudiar la derivada de la función propuesta, puesto que toda ecuación polinómica de grado impar tiene, al menos, una raíz real. A pesar de esto, y teniendo en cuenta la experiencia de los profesores de secundaria, los alumnos consideran que esta cuestión es un problema meramente algebraico y solo los alumnos más brillantes son capaces de encontrar la solución correcta.

La pregunta número seis trata del concepto de valor máximo absoluto de una función continua definida en un intervalo cerrado. Según la experiencia de los profesores de secundaria que participan en esta investigación, la razón principal por la que los estudiantes se confunden

con esta pregunta, es porque en los problemas de optimización, generalmente se les pregunta sobre el valor de  $x$  requerido para cierto valor de  $y$ , pero no es frecuente preguntar sobre los valores de  $y$ . Además, debe tenerse en cuenta que las funciones planteadas en el Bachiller, normalmente no están definidas en un intervalo cerrado y acotado.

La pregunta número 7, se refiere al cálculo del área bajo cierta curva. A pesar de la insistencia durante el bachiller de la importancia de tener en cuenta el signo de la función (ya sea positiva o negativa) en cierto intervalo, muchos estudiantes no lo han considerado al realizar la integral definida de la función. Desde el punto de vista de los autores, también puede influir en el resultado obtenido por los alumnos en esta pregunta que en algunos libros de texto se dice que si  $f$  es positiva, el área coincide con la integral, y si  $f$  es negativa, el área es el valor absoluto de la integral pudiendo dicha forma de introducir el concepto llevar a confusión. Finalmente, la pregunta 8 trata nuevamente el tema de integración. La integral propuesta parece difícil, pero conociendo el concepto de función primitiva, la cuestión se resuelve fácilmente, dado que es mucho más fácil derivar las funciones propuestas como solución que realizar la integral indefinida del enunciado.

Con el fin de predecir la nota final en la asignatura de Cálculo, se propone un modelo de regresión que intente predecir dicha nota en función de las notas del test realizado en septiembre de 2017 y enero de 2018. Del cálculo de dicho modelo, se obtiene en primer lugar que la distancia de Cook no tiene valores superiores a 1 que indicaría una influencia desproporcionada en los resultados. Tampoco hay residuos tipificados mayores de 2,5 (en valor absoluto) que indicarían la presencia de outliers. Además, la media de los residuos es cero y siguen una distribución normal (test de Kolmogorov-Smirnov  $p = 0,098$ ). Con el fin de asegurar la bondad de ajuste, también se verificó la homocedasticidad (igualdad de varianzas) multivariable. Además, el valor de los residuos tipificados es pequeño, estando todos entre -1,5 y 2. El estudio de los coeficientes de correlación de Pearson, muestra la existencia de una correlación lineal significativa con la nota final de ambas variables, siendo en el caso de la nota de septiembre de 2017 con la nota final el valor del coeficiente de correlación de 0,36 ( $p = 0,004$ ) y en el de la nota de enero de 2018 de 0,64 ( $p < 0,01$ ).

Con el fin de comprobar los supuestos de linealidad e independencia entre las variables predictoras, se calculó también el coeficiente de correlación entre la nota de septiembre de 2017 y la nota de enero de 2018, siendo el resultado de 0,624 ( $p < 0,01$ ). Por tanto, las dos variables predictoras tienen una relación lineal significativa con la nota final, siendo la correlación más alta la de la nota del test realizado en enero de 2018.

**Tabla 2. Modelo de regresión con las variables nota septiembre 2017 y nota enero 2018.**

Modelo	Coef. no estandariz.		Coef. estandariz.			Colinealidad	
	B	Error estd.	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
Constante	1,346	0,639		2,106	0,04		
nota sept. 2017	-0,073	0,161	-0,063	-0,451	0,654	0,611	1,636
nota enero 2018	0,822	0,17	0,679	4,844	0	0,611	1,636

La Tabla 2 muestra el modelo de regresión de la nota final, teniendo en cuenta las notas obtenidas en las pruebas de septiembre de 2017 y enero de 2018. Se observa cómo la variable nota septiembre 2017 tiene una significación de 0,654, lo que nos hace considerar que se presenta una colinealidad entre ambas variables independientes. Se suprime por tanto dicha variable del modelo. Los resultados del nuevo modelo calculado, se presentan en la Tabla 3. El modelo obtenido indica que con la variable nota enero 2017 podemos predecir el 41% de la variabilidad de las notas finales.

**Tabla 3. Modelo de regresión con las variables nota septiembre 2017 y nota enero 2018.**

Modelo	Coef. no estandariz.		Coef. estandariz.			Colinealidad	
	B	Error estd.	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
Constante	1,332	0,634		2,103	0,041		
nota enero 2018	0,822	0,132	0,64	5,883	0	1,000	1,000

## Conclusiones

El alumnado que cursa primero del grado en Ingeniería Informática del Software proviene de los centros de bachillerato con algunas carencias en conocimientos conceptuales sobre el análisis matemático.

El presente trabajo comprueba que esas insuficiencias mejoran después de cursar la materia de Cálculo en la Escuela de Ingeniería Informática de Oviedo. Además, no se han detectado diferencias significativas por el tipo de centro de procedencia aunque sí en función del género.

## Referencias

- Bowen, E., Prior, J., Lloyd, S., Thomas, S., Newman-Ford (2007). *Engineering more engineers bring mathematical and careers advice gap*, Engineering Education 2(1), 23-31.
- Corica A.R. (2009), *Aprender Matemática en la Universidad: la perspectiva de estudiantes de primera año*. Revista Electrónica de Investig. Educativa en Ciencias 4 (1)

F. Sánchez Lasheras, J. Cereijo Viña, M. Suárez Cuevas, J.A. Trevejo Alonso, C. Eloy Álvarez y M.J. Fernández Gutiérrez

Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de Bachillerato en el Principado de Asturias. (BOPA, de 29 de junio)

Fernández M.J. (2016). *Algunas consideraciones referentes a conceptos y métodos matemáticos desarrollados en los libros de bachillerato*. Capítulo 24 del libro: Diseños en la moderna investigación universitaria. Ediciones Universitarias Mc.Graw-Hill. 337-344.

Fernández M.J. (2018). *Errores frecuentes que cometen los alumnos en los exámenes de Cálculo*. Capítulo del libro: Contribuyendo a una nueva docencia a partir del EEES. Ediciones Universitarias. Editorial Tecnos. Se editará en 2018.

Font, V. (2011). Investigación en didáctica de las matemáticas en la educación secundaria obligatoria. In Investigación en Educación Matemática XV (pp. 165-194).

González, M.J., Gómez, P., Restrepo, A.M. (2015). Usos del error en la enseñanza de las matemáticas. Revista de Educación, 370, 71-95.

Kurz, G. (2010). A never-ending story: mathematics skills & deficiencies of Engineering students at the beginning of their Studies, 15th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Wismar, Germany.

Mustoe L. (2002). The mathematics background of the undergraduate engineers, International Journal of Electrical Engineering Education, 39(3), 192-200.

Nieto, S., Ramos, H. (2012). Pre-knowledge of basic mathematics topics in engineering students in Spain, 16th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Salamanca, España.

Ni Fhloinn, E.mCarr, M. (2010). What do they really need to know? Mathematics requirements for incoming engineering undergraduates, 15th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Wismar, Germany.

Rico L. (1997). Reivindicación del error en el aprendizaje de las matemáticas. Épsilon, 38, 185-198.

Riviere, A. (1990). Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva. Dins Marchesi, A., Coll, C. i Palacios, J.(Comp.): Desarrollo psicológico y educación. III. Madrid: Alianza, 155.