

# 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 “ <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



## **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.**

**A.I. Fernández-Abia, M.A. Castro-Sastre, S. Martínez-Pellitero, J. Barreiro, M.I. González-Alonso**

Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial. Universidad de León. 24071. León. Tel. +34 987 291000 ext 1984. [aifera@unileon.es](mailto:aifera@unileon.es)

---

### ***Abstract***

*Professors of the Manufacturing Processes Engineering Area have detected specific difficulties for tracking and evaluating the bachelor (TFG) and master (TFM) final projects. Teachers do not have tools to evaluate objectively the project with similar criteria and there is not enough rigor when verifying the competences that the student must acquire during development of the TFG / TFM. On the other hand, students find great difficulties when facing the task of developing the TFG / TFM. For these reasons we have studied a stage model for monitoring students that makes this task easier for tutors, establishing specific actions to be taken at each stage. To this end, assessment scales have been drawn up based on the acquisition of competencies. These scales allow an objective evaluation of the student's work; evaluable aspects are defined through clear and objective criteria. So, the student's learning process is improved since he/she is aware of the activities and achievements that he must achieve in each stage. In addition, the use of assessment scales favors the formative evaluation and helps students to identify the weaknesses and strengths of their learning, developing a critical spirit of their learning process and getting involved in their own evaluation.*

**Keywords:** *Assessment by competences, Formative evaluation, Assessment scales, Bachelor final project, Master final project.*

---

### **Resumen**

*Los profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación estamos detectando ciertas dificultades en el proceso de seguimiento y evaluación de los trabajos fin de grado (TFG) y de máster (TFM). Los profesores no disponemos de herramientas para evaluar de una forma objetiva y con criterios similares los trabajos y tampoco existe rigor en la verificación de las competencias que el alumno debe adquirir durante el desarrollo del TFG/TFM. Por otro lado los alumnos se encuentran con grandes dificultades cuando se enfrentan a la tarea de realización del TFG/TFM. Por estos motivos hemos desarrollado un modelo que facilita a los tutores la tarea de seguimiento de los alumnos, estableciendo etapas temporales determinadas y acciones a realizar en cada etapa. Para ello se han elaborado escalas de valoración basadas en la adquisición de competencias que permiten evaluar de forma objetiva el trabajo del alumno. Con esta herramienta se definen con criterios claros y objetivos los aspectos evaluables y se consigue mejorar el proceso de aprendizaje del alumno porque es conocedor de las actividades y logros que tiene que alcanzar en cada etapa. Además, el empleo de escalas de valoración favorece la evaluación formativa y ayuda a los alumnos a identificar las deficiencias y fortalezas de su aprendizaje desarrollando un espíritu crítico de su proceso de aprendizaje e implicándose en su propia evaluación.*

**Palabras clave:** *Evaluación por competencias, Evaluación formativa, Escalas de valoración, Trabajo fin de grado, Trabajo fin de máster.*

### **Introducción**

Con la llegada de la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) los trabajos fin de grado (TFG) y los trabajos fin de máster (TFM) pasan a tener la consideración de asignatura desde el punto de vista de matrícula, evaluación y cuantificación en créditos. El TFG y TFM deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y consiste en la elaboración de un trabajo de carácter individual, en el que el alumno debe demostrar los conocimientos, habilidades y competencias adquiridos durante sus estudios mediante la resolución de un problema específico del ámbito de la titulación. En los planes de estudio de los distintos grados y másteres que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial de la Universidad de León (EIIIA), el TFG y TFM está valorado con 12 créditos ECTS, y su calificación en el cómputo final de la titulación supone una asignatura más del grado ó máster. La finalidad formativa del TFG y TFM es que el alumno realice de modo activo un trabajo aplicado y de conjunto, frecuentemente multidisciplinar, en el que ponga



en práctica las competencias que se le van a requerir en el ejercicio de la profesión. Desde este punto de vista, debe consistir en un trabajo individual, de suficiente nivel y complejidad, donde se engloben los siguientes perfiles:

a) perfil académico, que requiere del alumno la integración y aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios;

b) perfil profesional, en el que se trata de resolver un conjunto de problemas prácticos interrelacionados y complejos, y en los que el alumno debe ser capaz de encontrar una solución realista, tanto desde el punto de vista técnico, como de plazos y de costes;

y en el caso del TFM, además

c) perfil investigador, mediante el cual el alumno deberá demostrar una capacidad adecuada para afrontar actividades de I+D+i.

Dentro de los perfiles anteriores, los TFG/TFM pueden corresponder a alguna de las siguientes modalidades: proyectos clásicos de ingeniería, estudios técnicos, organizativos y económicos y trabajos teórico-experimentales de naturaleza teórica, computacional y/o experimental.

En la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial de la Universidad de León se ha desarrollado una normativa para regular los TFG y TFM con la finalidad de unificar criterios y procedimientos que aseguren la homogeneidad en la organización y evaluación de estos trabajos. En relación a la evaluación de los trabajos, en esta normativa se establece que en la evaluación del alumno intervienen dos agentes, el tutor académico y la Comisión de Evaluación. El tutor académico es el profesor responsable de realizar el seguimiento y asesorar al alumno durante el desarrollo del trabajo y por tanto desempeña un papel importante como formador/asesor. Además también actúa como evaluador y debe de elaborar un informe, con antelación al acto de la defensa pública del TFG/TFM, sobre la calidad, los méritos del trabajo y la adquisición de competencias junto con su propuesta de calificación. La Comisión de Evaluación desempeña el papel de evaluador y asiste al acto público de defensa oral del trabajo valorando tanto el documento escrito con sus aspectos formales y de contenido como la exposición oral. La calificación final del alumno resulta de la suma de la calificación otorgada por el tutor, que supone un 40% de la nota, y la calificación otorgada por la Comisión de Evaluación, que supone un 60% de la nota final. En esta normativa se incluyen unas escalas de valoración para asistir al proceso de evaluación, tanto para el tutor, como para la comisión de evaluación.

El desarrollo del TFG/TFM supone un reto para los alumnos que no están acostumbrados a enfrentarse a problemas similares a la realidad industrial, resolver por ellos mismos problemas, búsqueda de información, datos de partida, etc. Los alumnos también presentan dificultades a la hora de gestionar su aprendizaje y de gestionar el tiempo de forma eficaz. Por ello

es muy importante el papel del tutor para guiar al alumno de forma eficaz durante el desarrollo del trabajo contribuyendo a su evaluación formativa.

Los profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, conscientes de la importancia del papel desempeñado por el tutor hemos desarrollado un modelo para facilitar el seguimiento y evaluación de los TFG/TFM que se tutorizan en el área. Actualmente los profesores del área no disponemos de herramientas que nos permitan evaluar de una forma objetiva y con criterios similares los trabajos realizados por los alumnos. Tampoco existe rigor en la verificación de las competencias que el alumno debe adquirir durante el desarrollo del TFG/TFM. Por otro lado el alumno desconoce los criterios que se van a utilizar para evaluar su trabajo y no es capaz de ser crítico identificando los puntos fuertes y carencias de su trabajo. Por estos motivos hemos desarrollado un modelo basado en competencias que facilita a los tutores la tarea de seguimiento de los alumnos, estableciendo etapas temporales determinadas y las acciones a realizar en cada etapa. Para ello hemos elaborado escalas de valoración basadas en la adquisición de competencias que permiten evaluar de forma objetiva el trabajo del alumno durante la etapa de seguimiento. Como consecuencia se favorece la evaluación formativa, ya que el alumno en todo momento es conocedor de las actividades y logros que ha de alcanzar en cada etapa y además es capaz de identificar las deficiencias y fortalezas de su aprendizaje desarrollando un espíritu crítico de su proceso e implicándose en su propia evaluación.

### **Trabajos Relacionados**

Son muchas las referencias y estudios que hemos podido encontrar sobre distintos aspectos abordados durante el desarrollo del TFG/TFM desde su implantación en todos los estudios de grado y máster. Todos ellos parecen perseguir el mismo fin: “asegurar la transparencia del proceso evaluativo de esta asignatura”.

Esta asignatura precisa de una metodología específica para su seguimiento, debido a que es diferente al resto de asignaturas que se imparten durante el grado y máster, ya que se trata de una asignatura sin docencia y el alumno solamente dispone de la guía del tutor para abordar demasiadas competencias.

Con el fin de conseguir mejorar la ayuda prestada al alumno para el desarrollo y realización del TFG, así como facilitar al tutor la tarea de seguimiento, Fernández, 2015, han realizado una propuesta de guía y tutorización del alumno mediante fichas de seguimiento. Esta metodología les ha permitido observar que existen factores influyentes durante el desarrollo del trabajo, en cuanto a cumplir plazos, que los atribuyen a la diferente capacidad de autonomía del alumno, así como, a la fatiga del tutor.

Sin embargo, la mayoría de los trabajos se centran en la evaluación por competencias, haciendo hincapié en aspectos tanto del seguimiento del trabajo como de su evaluación, contemplando el *qué, cómo, quién y cuándo*; y por tanto, dando respuesta a los distintos aspectos involucrados en un TFG: competencias, metodología, agentes y momentos de evaluación.

*¿Qué evaluar?* Claramente las competencias, sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los TFG cubren las mismas competencias. Partiendo de esto, los trabajos consultados primero hacen una selección rigurosa de las competencias a evaluar (Valderrama 2010, Rullán, 2010, Bonilla, 2012), y a continuación, les atribuyen una serie de indicadores, dando a cada uno de ellos una puntuación, que permita evaluarlas de una forma más objetiva. Por otro lado, dado que el estudiante que está realizando el TFG debe haber superado el resto de materias para poder presentarlo y defenderlo, estamos reconociendo que en el TFG se han de evaluar las competencias con mayor rigurosidad (un mayor nivel), dado que algunas de ellas ya se han adquirido en cursos anteriores (Bonilla, 2012).

En respuesta al *“cómo”* se proponen distintas alternativas, siendo la más repetida en la literatura, el uso de rúbricas (Rullan, 2010; Valderrama, 2009 y 2010; Antoni-Jaume, 2012; Bonilla et al 2012; Reyes, 2014; Aparicio-Chueca, 2014) aunque también nos encontramos el uso del contrato de aprendizaje (Herrero Martín, 2011), las TIC (Villamañe, 2014), en fichas de seguimiento (Fernández, 2015). El uso de rúbricas permite precisamente dar transparencia a lo que se va a evaluar desde el inicio hasta el fin de la ejecución del TFG, además para el alumno desaparece la ambigüedad de su evaluación, ya que conocerá en todo momento lo que se espera de él durante su realización y defensa, ya que la mayoría de estas herramientas son públicas y el alumno las conoce.

En cuanto al *“quién”*, la respuesta de los trabajos consultados los denominan “agentes evaluadores”, y dentro de ellos incluyen al tutor y miembros del tribunal, aunque los trabajos que se guían por la evaluación formativa, en alguna de las etapas incluyen al alumno, que realizar una autoevaluación. E incluso, en algún trabajo incluyen a otros alumnos que están realizando el TFG, realizando una coevaluación (Bonilla, 2012)

En la mayoría de estos trabajos citados se incluye una propuesta del *“cuando”*, apareciendo entre las propuestas distintos momentos temporales, para los cuales se hace necesario determinar de nuevo qué se va a evaluar y quienes serán las personas implicadas en dicha evaluación, y por tanto, elaborar la correspondiente herramienta para cada una de las situaciones (fases y agentes evaluadores). En concreto, Valderrama, 2010, establece tres momentos de evaluación: inicio, seguimiento y final.

Además de todas estas publicaciones, la consulta de las distintas universidades permite ver que todas ellas tienen publicada su metodología para abordar esta asignatura.

La propuesta que desarrollamos a continuación se inspira en diversos trabajos y utiliza las escalas de valoración como instrumento de evaluación. Para elaborar las escalas de valoración se ha seguido la metodología de evaluación por competencias propuesta en Valderrama, 2009.

## **Metodología**

De la situación expuesta en el apartado anterior se deduce la necesidad de desarrollar una metodología que permita realizar un seguimiento y evaluar con parámetros objetivos y con criterios bien establecidos la adquisición de las competencias asociadas a los TFG/TFM. El modelo que aquí se presenta es válido tanto para el tutor académico como para el alumno. Por un lado se verá facilitada la tarea de los tutores guiándoles en las distintas fases de seguimiento del trabajo y estableciendo de forma clara las acciones a realizar y los aspectos evaluables en cada una de las fases. Por otro lado, deberá servir al alumno de guía para poder desarrollar el trabajo de forma ordenada, estableciendo unos objetivos claros y un calendario de seguimiento con una distribución temporal adecuada. Para ello es fundamental que el alumno conozca desde el primer momento las competencias e indicadores que se van a valorar en cada fase del trabajo mediante las actividades definidas en cada etapa. Además el estudiante ha de conocer los resultados de valoración de cada etapa y ha de tener la posibilidad de subsanar los aspectos que no ha conseguido desarrollar de forma satisfactoria y que puede mejorar. De esta forma el alumno puede participar de forma activa en el proceso de evaluación, consiguiendo los beneficios que se derivan de la evaluación formativa.

A continuación se describen las diferentes etapas del proceso de seguimiento de los TFG/TFM, definiendo para cada una de ellas los agentes que intervienen (tutor, profesores del área, PAS, comisión de evaluación, alumno) y las evidencias del trabajo realizado por el alumno y que son objeto de evaluación (entrega de un informe, exposición del informe, entrega de la memoria, defensa final del trabajo). En la figura 1 se indican las etapas de forma secuencial.

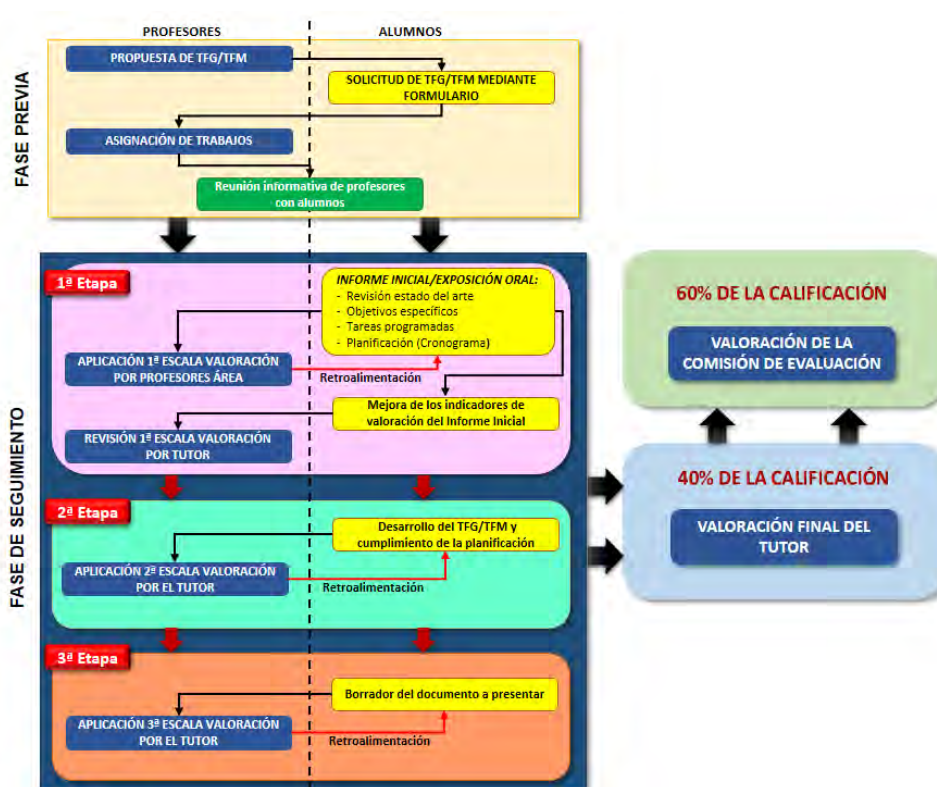
### Fase previa: propuesta, asignación de los TFG/TFM y reunión informativa.

El proceso comienza con una reunión entre los profesores del Área para elaborar la lista de trabajos que se oferta a los alumnos y a continuación se convoca a los alumnos matriculados en las asignaturas de último curso interesados en comenzar su TFG/TFM, a una reunión informativa. Los profesores preparan una presentación para explicar los objetivos generales de cada trabajo ofertado. Para cada trabajo se debe detallar la siguiente información: título general del trabajo, objetivo general, información sobre las tareas generales que es necesario realizar y el nombre del tutor responsable del seguimiento del trabajo.

Además de esta información, y debido a que siempre es más la demanda de trabajos del Área, que la oferta, se indica a los alumnos los requisitos que se valoran para realizar la asignación

de los trabajos. Entre otros aspectos está el número de asignaturas pendientes para terminar los estudios, el expediente académico, el interés por el área de conocimiento de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, el nivel de lectura en lengua inglesa y/o el manejo de software CAD. Cada alumno interesado debe de rellenar una ficha de solicitud indicando todos estos aspectos y entregarla a cualquier profesor del área.

Figura 1 Etapas del proceso de seguimiento de los TFG/TFM



Una vez asignados los trabajos, aplicando los criterios mencionados, se convoca a los alumnos seleccionados a una reunión informativa estructurada en dos partes. La primera parte de la reunión se hace de forma conjunta con todos los alumnos y sirve para informar sobre la metodología que se va a utilizar durante el seguimiento del TFG/TFM. Además se entregarán y explicarán las escalas de valoración a utilizar durante todo el proceso de seguimiento. En la segunda parte de la reunión el tutor deberá informar a cada alumno de forma individual de

los aspectos relativos al contenido del TFG/TFM. La información que debe proporcionar incluirá al menos los siguientes puntos: propuesta de título del trabajo, explicación del contenido y resultados que se esperan alcanzar y esquema general de los contenidos del trabajo. Además deberá proporcionar al alumno las herramientas que considere necesarias para el desarrollo del mismo, como normas, libros, catálogos, software específico, etc.

En esta reunión se deberá establecer la fecha para realizar la primera etapa de seguimiento. Es conveniente fijar esta primera evaluación transcurrido un plazo aproximado de un mes o mes y medio desde la asignación del trabajo. Este tiempo se considera suficiente para que el alumno pueda trabajar sobre el informe que tiene que presentar en la primera etapa.

#### Primera etapa de seguimiento.

En esta etapa el alumno debe elaborar un informe y defenderlo mediante exposición oral frente a un público. El objetivo de esta etapa es doble. Por un lado se pretende que el alumno trabaje las competencias transversales de capacidad de organización y planificación y capacidad de análisis y síntesis. Estas competencias son evaluables a través del informe que debe elaborar el alumno. El informe debe recoger al menos la siguiente información: hipótesis de trabajo, objetivos concretos, tareas para alcanzar los objetivos y planificación de las tareas mediante la realización de un cronograma detallando tiempo y recursos necesarios.

Estos aspectos serán valorados por el tutor según la escala de valoración creada específicamente para esta etapa. Como el objetivo que se persigue con el empleo de las escalas de valoración es conseguir una evaluación formativa del alumno, el tutor pondrá en común con el alumno la valoración obtenida en cada ítem evaluable y le indicará los aspectos que puede mejorar. El alumno puede decidir realizar las mejoras y ser calificado en una segunda ocasión, participando de modo activo en el proceso de evaluación.

El segundo objetivo de esta etapa es que el alumno trabaje la competencia de comunicación oral. Se considera interesante que a este acto de defensa oral asistan los profesores del área involucrados en el desarrollo de esta metodología, el personal de apoyo con el que cuenta el área y que colabora en el desarrollo técnico de los TFG/TFM, así como el resto de alumnos que están realizando el proyecto, con lo que se consigue enfrentar al alumno a un público variado. Este acto de defensa oral se valora mediante la escala de valoración creada para tal efecto y que es la misma que utiliza la Comisión de Evaluación en el acto final de defensa oral del trabajo. Al no formar parte de la evaluación final del tutor, se pretende que solo sea parte de la evaluación formativa del alumno. Todos los asistentes al acto califican al alumno y al finalizar se realiza una puesta en común para ayudar al alumno a detectar los puntos fuertes y los que tiene que mejorar en la comunicación oral. Todos los alumnos presentes pueden aprender del resto de compañeros.

#### Segunda etapa de seguimiento: tutorías.



Esta etapa transcurre a lo largo de todo el desarrollo del TFG/TFM mediante reuniones periódicas realizadas con una determinada frecuencia en función de las necesidades del alumno. Estas reuniones o tutorías pueden ser presenciales o virtuales y tener distinta duración, según la cuestión que se trate (puramente informativas, de resolución de dudas concretas, de ayuda para toma de decisiones, ...). Durante estas tutorías siempre se tendrá presente la correspondiente escala de valoración, con el fin de ir realizando un análisis de las competencias que el alumno está trabajando y el grado de desarrollo y adquisición de las mismas. Es fundamental que el tutor mantenga informado al alumno de las valoraciones que realiza, resaltando sus fortalezas y sus puntos débiles, de modo que el alumno sepa los aspectos que tiene que mejorar y tenga la oportunidad de corregir las deficiencias de forma progresiva durante el proceso de desarrollo del trabajo. Así se consigue que el alumno tenga un papel activo, de forma que el aprendizaje se realice de manera autónoma, haciéndole responsable de su propia formación e implicándole en el proceso de evaluación formativa.

Se han elaborado dos escalas de valoración diferentes, según el tipo de trabajo que se trate. En ambas escalas se evalúan competencias comunes como la capacidad de gestión de la información, capacidad de análisis y síntesis, capacidad de crítica y capacidad para trabajar de forma autónoma, entre otras. Algunos de los indicadores que se han establecido para evaluar estas competencias son diferentes y están adaptados para los diferentes tipos de trabajo, diferenciando entre trabajos experimentales, de desarrollo o de investigación y estudios teóricos o técnicos. A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestran los indicadores utilizados para valorar el grado de adquisición de la competencia relacionada con la habilidad para investigación, más propia de trabajos experimentales o de investigación y los indicadores utilizados para valorar la competencia de capacidad de crítica, común para ambos tipos de trabajo.

**Tabla 1. Indicadores para las competencias: a) Habilidad para investigación; b) Capacidad de crítica**

a) Demostrar un conocimiento práctico de los diferentes métodos y técnicas: estrategia y recogida de datos, definición de indicadores del experimento y análisis de datos, utilizando herramientas adecuadas y ajustándose a los protocolos éticos.	Puntos	
Aplica excelentemente diferentes técnicas, documentando la metodología utilizada de forma que se puede reproducir. Realiza con rigor científico todas las etapas del proceso.	7	
Aplica diferentes técnicas documentando la metodología utilizada pero no de forma clara. Realiza las etapas del proceso de forma adecuada.	5	
Aplica diferentes técnicas pero sin garantías para su reproducción. Realiza de forma poco ordenada las etapas del proceso.	3	
No aplica las técnicas adecuadas ni expone las etapas del proceso.	0	

b) Analizar la información de forma crítica.	Puntos	
Realiza valoraciones críticas de la información analizada resaltando los puntos fuertes y débiles.	7	
Realiza valoraciones críticas de la información analizada resaltando solo los puntos fuertes o los débiles.	5	
Realiza un análisis de la información sin realizar valoraciones críticas.	3	
No analiza la información ni realiza valoraciones críticas.	0	

### Tercera etapa de seguimiento: análisis del documento.

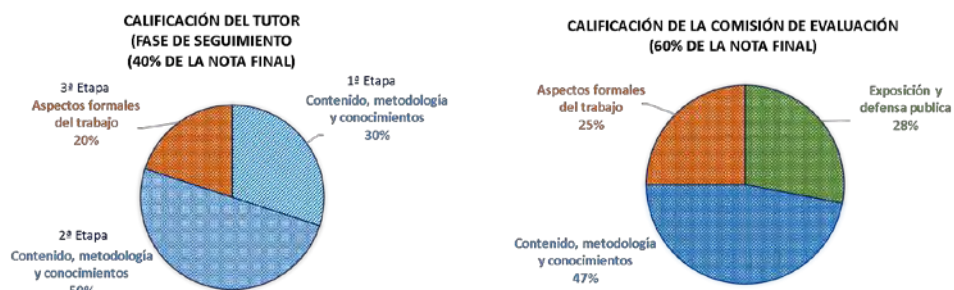
El objetivo de esta etapa es evaluar los aspectos formales del documento. Para ello el alumno deberá entregar un borrador del TFG/TFM que ha ido elaborando a lo largo del desarrollo del trabajo. La fecha para esta etapa se debe fijar cuando el trabajo está en un estado bastante avanzado pero cuando todavía hay tiempo suficiente para realizar modificaciones y mejoras. El tutor valorará el documento siguiendo la escala de valoración creada a este efecto y en el que se evalúa fundamentalmente las competencias de capacidad de comunicación escrita y de gestión de la información.

Al igual que en las etapas anteriores el alumno será informado de la valoración y podrá realizar mejoras en el documento que en caso de ser mejorado, será de nuevo evaluado.

### **Resultados**

Los resultados del trabajo del alumno se evalúan de forma cuantitativa mediante las escalas de valoración. La calificación final que otorga el tutor al alumno representa un 40% de la puntuación final asignada al TFG/TFM y se obtiene de aplicar las tres escalas de valoración creadas para las tres etapas del proceso de seguimiento. La Comisión de Evaluación también evalúa al alumno mediante una escala de valoración y la calificación supone el 60% de la nota final. En la figura 2 se puede ver de forma gráfica el reparto de las calificaciones. En la etapa de seguimiento el aspecto que más se valora es el asociado al contenido, la metodología y los conocimientos con un 80% de la calificación total, repartido entre la primera y segunda etapa de la fase de seguimiento. La Comisión de Evaluación valora este aspecto con un 48% de la puntuación total. Se considera que el tutor es el que puede valorar estos aspectos de forma más acertada, pues es el que trabaja de forma más continua y cercana con el alumno. La valoración de los aspectos formales del trabajo está repartida con porcentajes similares entre el tutor y la Comisión de Evaluación, pues este aspecto puede ser evaluado con el mismo grado de detalle por ambos agentes. La valoración de la exposición y defensa del trabajo sólo es calificada por la Comisión de Evaluación, con un 28% de la calificación. Este aspecto no lo valora el tutor, aunque sí ha trabajado con el alumno las competencias asociadas a esta actividad en la primera etapa de seguimiento, con el objetivo de realizar una labor formativa del proceso de evaluación, aspecto que se considera fundamental en el modelo que se propone.

**Figura 2. Reparto de las calificaciones de los TFG/TFM**



## Conclusiones

Los beneficios esperados del desarrollo del modelo de seguimiento propuesto son los siguientes:

- Evaluación basada en la adquisición de competencias, tal y como se indica en el EEES.
- Criterios objetivos y transparentes en la evaluación de los TFG/TFM.
- Ayuda a los tutores implicados en la tarea de seguimiento de los TFG/TFM, estableciendo unas etapas y tareas bien definidas y evaluables mediante escalas de valoración.
- Ayuda a los alumnos para desarrollar el trabajo de forma ordenada, estableciendo unos objetivos claros y un calendario de seguimiento con una distribución temporal adecuada.
- Evaluación formativa de los alumnos a través de escalas de valoración.
- Permite identificar las dificultades y carencias de los alumnos en la adquisición de competencias. Información interesante para promover cursos de formación específicos que ayuden a mejorar estas deficiencias.

## Referencias

- E. Valderrama, M. Rullán, F. Sánchez, J. Pons, F. Cores, J. Bisbal. (2009). *La evaluación de competencias den los Trabajos Fin de Estudios*. XV JENUI - Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. ISBN: 978-84-692-2758-9. <http://hdl.handle.net/2099/7892>
- E. Valderrama, M. Rullán, F. Sánchez, J. Pons, C. Mans; F. Giné, G. Seco, L. Jimenez, E. Peig, J. Carrera, A. Moreno, J. García, J. Pérez, R. Vilanova, F. Cores, J.M. Renau, J. Tejero y J. Bisbal. (2010). *La evaluación de competencias en los Trabajos Fin de Estudios*. IEEE-RITA. Vol 5, Nº 3. 107-114.
- J.A. Fernández Sánchez, J.J. Tari Guilló, S. de Juana Espinosa, J. Valdés Conca, R. Andreu Guerrero, E. Manresa Marhuenda, V. Sabater Sempere y L. Rienda García. (2015). *Análisis del proceso de elaboración y tutorización de los TFG/TFM*. XIII. Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Nuevas Estrategias Organizativas y Metodológicas en la Formación Universitaria para

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 *Título de la ponencia*

- Responder a la Necesidad de Adaptación y Cambio. ISBN: 978-84-606-8636-1. (2818-2829). <http://hdl.handle.net/10045/48708>
- M. Villamañe, B. Ferrero y A. Álvarez. *Uso de las tic en el seguimiento y evaluación del trabajo fin de grado en el campo de las ingenierías*. (2014). Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- P. Aparicio-Chueca, P. Marius Domínguez-Amorós e I. Maestro Yarza. (2014). *Aplicación de la metodología de rúbricas para evaluar las competencias del TFG del grado de ADE (UB)*. Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- C.I. Reyes García y C. Fernández Sarmiento. (2014). *La evaluación del trabajo fin de grado a través de la rúbrica*. Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- M.I. Bonilla Delgado y C. Martín López. (2012). *Evaluación de Competencias en el Trabajo Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas: una Propuesta de la Facultad de Ciencias Sociales de Talavera de la Reina*. UCLM. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 5, Nº 4, 241-253.
- M. Rullan Ayza, M. Fernández Rodríguez, G. Estapé Dubreuil, M.D. Márquez Cebrián (2010). *La Evaluación de Competencias Transversales en la Materia Trabajos Fin de Grado. Un Estudio Preliminar sobre la Necesidad y Oportunidad de Establecer Medios e Instrumentos por Ramas de Conocimiento*. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 8, Nº 1. 74-100. ISSN:1887-4592.
- A. Jaume-i-Capó, C. Guerrero, J. Miró y A. Egea. (2012). *Elaboración de un Rúbrica para la Evaluación TFG y TFM de Informática en la Universitat de les Illes Balears*. Actas Simposio-Taller JENUI. I.S.B.N. 10: 84-695-3941-8/ I.S.B.N. 13: 978-84-695-3941-5. 12-24.
- R. Herrero Martín , M.A. Ferrer Ayala , A.A. Calderón García , G. Vázquez Arenas , J. Ros Torres, M.V. Fuente Aragón (2011). Congreso Internación de Innovación Docente. Universidad Politécnica de Cartagena. CMN 37/38.