

MEMORIA FINAL de Proyectos de Innovación 2018-19 Universidad de Zaragoza

1 - Identificación del proyecto

Código	Título
PIEC_18_197	Estandarización de las competencias transversales en las actividades curriculares de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2 - Coordinadores del proyecto

Coodinador 1	Don José Ángel Castellanos Gómez
Correo Electrónico	jacaste@unizar.es
Departamento	Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro	Escuela de Ingeniería y Arquitectura

3 - Resumen del proyecto

Este proyecto parte del trabajo desarrollado en sendos proyectos de los dos cursos anteriores. En ellos se trabajó en la planificación de la adquisición de las competencias transversales en las titulaciones de Grado en la EINA. Para ello se establecieron, para cada competencia, los diferentes objetivos formativos y niveles de adquisición de los mismos, así como el mapa real de estas competencias para los 9 Grados de la EINA. Además, se concretaron las actividades de aprendizaje y evaluación de las competencias transversales que se desarrollan a lo largo del plan de estudios. En el presente proyecto se trabajará en: i) simplificar y mejorar la redacción de las competencias, eliminando solapes; ii) completar un listado de posibles actividades de adquisición / evaluación para cada competencia; iii) recopilar y desarrollar, en la medida de lo posible, rúbricas de evaluación de estas competencias; y iv) establecer las asignaturas que actuarán como puntos de control para evaluar la adquisición de cada competencia a diferentes niveles.

4 - Participantes en el proyecto

Nombre y apellidos	Correo Electrónico	Departamento	Centro/Institución
Don José Antonio Yagüe Fabra	jyague@unizar.es	Ingeniería de Diseño y Fabricación	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Doña Natalia Ayuso Escuer	nayuso@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Victor Viñals Yufera	victor@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Sergio Ilarri Artigas	silarri@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Jesús Javier Resano Ezcaray	jresano@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Emilio Julián Royo Vázquez	eroyo@unizar.es	Ingeniería de Diseño y Fabricación	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Emiliano Bernués del Río	ebr@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Doña María Canales Compes	mcanales@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Luis Vicente Borruel	lvicente@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Doña Alicia López Lucia	aliclope@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Luis Miguel Romeo Giménez	luismi@unizar.es	Ingeniería Mecánica	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Isidro Urriza Parroque	isidro.urriza@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Ignacio López Forniés	ignlopez@unizar.es	Ingeniería de Diseño y Fabricación	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Antonio Joaquín Montañés Espinosa	montanes@unizar.es	Ingeniería Eléctrica	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Juan José Marcuello Pablo	jmarcuel@unizar.es	Ingeniería Eléctrica	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Joaquín Coronas Ceresuela	coronas@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Universidad de Zaragoza
Doña Eva María Francés Pérez	efrances@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Universidad de Zaragoza
Don Jesús Velázquez Sancho	jesusve@unizar.es	Ingeniería de Diseño y Fabricación	Universidad de Zaragoza
Doña Ana Cristina Royo Sánchez	crisroyo@unizar.es	Ingeniería de Diseño y Fabricación	Universidad de Zaragoza
Doña María Ujué Alzueta Ania	uxue@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Universidad de Zaragoza
Doña Judith Sarasa Alonso	jsarasa@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Doña María Peña Ormad Melero	mpormad@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Universidad de Zaragoza
Doña María Benita Murillo Esteban	murillo@unizar.es	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Carlos Labarta Aizpun	clabarta@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Eduardo Delgado Orusco	edelgado@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Luis Agustín Hernández	lagustin@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Doña Cristina Cabello Matud	ccabello@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Enrique Jerez Abajo	ejerez@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Raimundo Bambó Naya	rbambo@unizar.es	Unidad Predepartamental de Arquitectura	Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Don Bonifacio Martín del Brío	bmb@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Doña Aránzazu Otín Acín	aranotin@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Enrique Teruel Doñate	eteruel@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Universidad de Zaragoza
Don Rafael Alonso Esteban	ralonso@unizar.es	Física Aplicada	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Oscar Lucia Gil	olucia@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Universidad de Zaragoza
Don José Miguel Burdío Pinilla	burdio@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don José Ignacio Artigas Maestre	jiartigas@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don José María López Pérez	chlopez@unizar.es	Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Don Ramón Piedrafita Moreno	piedrafi@unizar.es	Informática e Ingeniería de Sistemas	Escuela de Ingeniería y Arquitectura

5 - Rellene, de forma esquemática, los siguientes campos a modo de ficha-resumen del proyecto	
Otras fuentes de financiación sin detallar cuantía	Sin otras fuentes de financiación.
Tipo de proyecto (Experiencia, Estudio o Desarrollo)	Estudio de Competencias Transversales a nivel de Grado.
Contexto de aplicación/Público objetivo (titulación, curso...)	Grados de la EINA.
Curso académico en que se empezó a aplicar este proyecto	2015-2016
Interés y oportunidad para la institución/titulación	Tras unos años de implantación de los Grados y habiendo superado el proceso de renovación de la acreditación, es razonable abordar y estructurar la adquisición de competencias transversales. En el momento actual existen diversos sellos de calidad (EUR-ACE, etc.) que ponen el foco en este aspecto, por lo que la oportunidad de este proyecto está muy alineada con esta situación.
Métodos/Técnicas/Actividades utilizadas	Se ha partido del trabajo realizado en los proyectos previos (PIIDUZ_16_425, PIEC_17_114) en los que se obtuvo, para cada competencia transversal analizada, una propuesta de objetivos formativos y sus criterios de calidad, concretados en 3 niveles de adquisición. El trabajo se ha centrado en dos Grados (Ing. Mecánica e Ing. de Tecnologías Industriales), mediante reuniones con el profesorado realizadas por los coordinadores.
Tecnologías utilizadas	Ofimática. Herramientas de Google Drive. Soporte ADD y Alfresco como repositorio de documentación y foro de discusión.
Tipo de innovación introducida: qué soluciones nuevas o creativas desarrolla	Coordinación de la adquisición de competencias transversales en una titulación
Impacto del proyecto	El análisis de la adquisición de las competencias transversales permite proponer mejoras en las actividades formativas y los sistemas de evaluación de las asignaturas del grado involucradas. Asimismo, permite establecer (en su caso) las modificaciones pertinentes a nivel de Memoria de Verificación del título.
Características que lo hacen sostenible	La estructuración de los resultados de aprendizaje y criterios de calidad asociados, que se pretende comunes a todos los Grados de EINA, es un documento vivo, que se realimentará de las experiencias en cada Grado de la EINA. Los mecanismos de trabajo conjunto establecidos entre coordinadores de los Grados de la EINA facilitan esta labor de sostenibilidad. También favorecen la difusión del mapa de la competencia transversal.
Posible aplicación a otras áreas de conocimiento	Este proyecto involucra una gran cantidad de asignaturas de diversa índole: desde asignaturas obligatorias de materias básicas, industriales y específicas, con varios grupos de docencia y elevada matrícula, hasta asignaturas optativas técnicas con menor número de alumnos. También puede servir de ejemplo a otros Centros Universitarios.

6 - Contexto del proyecto

Necesidad a la que responde el proyecto, mejoras obtenidas respecto al estado del arte, conocimiento que se genera.

El proyecto se enmarca en el proceso de mejora continua docente de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, explicitado en una de las líneas de acción del Plan estratégico de la EINA (objetivo 6.3: "Mejorar las metodologías de evaluación de sus competencias y su perfil de egreso").

La preocupación por el aprendizaje en competencias transversales dentro de las titulaciones de Grado y Máster se ha visto reflejada en los PAIM y distintos proyectos de innovación docente durante los cursos 2015/16, 2016/17 y 2017/18.

7 - Objetivos iniciales del proyecto

Qué se pretendía obtener cuando se solicitó el proyecto.

Redacción adecuada de las competencias transversales, libre de solapes entre sus objetivos formativos, así como acuerdo sobre su número para su aplicación en las titulaciones de la EINA.

Completar un listado de posibles actividades de adquisición / evaluación para cada competencia. De este modo los profesores dispondrán de herramientas para ello.

Recopilar y desarrollar, en la medida de lo posible, rúbricas de evaluación de estas competencias.

Establecer las asignaturas que actuarán como puntos de control para evaluar la adquisición de cada competencia a diferentes niveles.

Extrapolación de lo trabajado en los Grados a los Másteres (que habitualmente se centrarán en los niveles de adquisición más profundos: 2 y 3)

Fomentar la colaboración docente entre el PDI de la EINA.

Reflexionar sobre la explotación de la evaluación de las competencias transversales a nivel institucional.

8 - Métodos de estudio/experimentación y trabajo de campo

Métodos/técnicas utilizadas, características de la muestra, actividades realizadas por los estudiantes y el equipo, calendario de actividades.

- Reuniones entre coordinadores.
- Reuniones de coordinadores con profesorado de la titulación.
- Tablas relacionando asignaturas con competencias y con resultados de aprendizaje según el modelo EUR-ACE.
- Tablas/listados de actividades desarrolladas en las asignaturas y relacionadas con dichos resultados de aprendizaje.
- Recopilación de evidencias de la realización y evaluación de dichas actividades.
- Evaluación externa por parte de un panel internacional para la acreditación EUR-ACE.
- Obtención de la acreditación y propuesta de un plan de mejoras.

9 - Conclusiones del proyecto

Conclusiones: lecciones aprendidas, impacto.

El trabajo realizado ha permitido llevar a cabo un análisis profundo de dónde y cómo se adquieren las competencias (tanto básicas, como específicas y transversales) en las titulaciones de Grado analizadas (Ing. Mecánica e Ing. de Tecnologías Industriales). Ese análisis ha dado lugar a la detección de puntos débiles (competencias que se trabajaban escasamente, otras presentes en demasiadas asignaturas, etc) y el consiguiente plan de mejoras. El proceso se ha visto avalado por la realización de una auditoría externa por parte de un panel evaluador con expertos del mundo académico e industrial. Esa auditoría ha permitido la obtención de los sellos de calidad europeos EUR-ACE en ambas titulaciones.



10 - Continuidad y Expansión

Transferibilidad (que sirva como modelo para otros contextos), Sostenibilidad (que pueda mantenerse por sí mismo), Difusión realizada .

El trabajo realizado y el aprendizaje del proceso necesario para obtener los resultados es extrapolable a otras titulaciones de Ingeniería impartidas en la EINA. Un objetivo para los próximos años es realizar esta evaluación en otras de esas titulaciones.

11 - Resultados del proyecto indicando si son acordes con los objetivos planteados en la propuesta y cómo se han comprobado

ANEXO: Resultados del proyecto PIEC_18_197

INTRODUCCIÓN

Como se ha indicado en los apartados correspondientes de la memoria, el proyecto se ha centrado en dos titulaciones. Así, el trabajo realizado ha permitido llevar a cabo un análisis profundo de dónde y cómo se adquieren las competencias (tanto básicas, como específicas y transversales) en las titulaciones de Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales). Ese análisis ha dado lugar a la detección de puntos débiles (competencias que se trabajaban escasamente, otras presentes en demasiadas asignaturas, etc) y el consiguiente plan de mejoras. El proceso se ha visto avalado por la realización de una auditoría externa por parte de un panel evaluador con expertos del mundo académico e industrial. Esa auditoría ha permitido la obtención de los sellos de calidad europeos EUR-ACE en ambas titulaciones.

Por lo tanto, se han alcanzado los siguientes objetivos planteados:

- Completar un listado de posibles actividades de adquisición / evaluación para cada competencia.
- Establecer las asignaturas que actúan como puntos de control para la adquisición y evaluación de las competencias.
- Fomentar la colaboración docente entre el PDI de la EINA.
- Reflexionar sobre la explotación de la evaluación de las competencias transversales a nivel institucional.

Información sobre el proceso de obtención de los sellos internacionales EUR-ACE

Inicialmente se solicitó a los profesores responsables de asignaturas la valoración de los resultados de aprendizaje europeos (ENAE) implementados en sus asignaturas, para confeccionar la correlación de los resultados aprendizaje ENAE y las asignaturas, y la relación de evidencias relativas a los resultados de aprendizaje ENAE "Proyectos en ingeniería" y "Aplicación práctica en ingeniería". Dicha información se recopiló durante 2018. Posteriormente ha sido procesada por el equipo de trabajo.

Además, el resto de información necesaria para el análisis se recabó directamente por el grupo de trabajo desde las bases de datos de la Universidad de Zaragoza durante 2018.

A finales de 2018 se recibió al panel evaluador que realizó una auditoría a ambas titulaciones.

La obtención de los sellos EUR-ACE se recibió en Abril de 2019.

Estos sellos garantiza que ambos títulos cumplen los criterios de calidad acordados por la [European Network for the Accreditation of Engineering Education \(ENAE\)](#), agencia internacional de aseguramiento de la calidad en educación superior en Ingeniería, basándose en estándares internacionales reconocidos por empleadores

de Europa y aseguran que sus egresados han adquirido los resultados de aprendizaje europeos que marca dicha agencia y que están directamente relacionados con las competencias del título.

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La Escuela de Ingeniería y Arquitectura ha definido 11 competencias genéricas, comunes a todos los Grados de Ingeniería y muy próximas a los resultados de aprendizaje ENAEE. Igualmente se asegura que los mínimos se adquieran con asignaturas obligatorias, y se refuerzan con las optativas técnicas y la oferta de 10 optativas transversales de 4 ECTS (el resto de asignaturas son de 6 ECTS).

Los 22 resultados de aprendizaje de ENAEE, estructurados en 8 bloques, se encuentran cubiertos por una o más competencias del Título. Todos los resultados de aprendizaje ENAEE son contemplados por competencias del Título que deben adquirir todos los estudiantes con las asignaturas básicas y obligatorias, reforzando determinadas competencias (y/o resultados) mediante las asignaturas optativas.

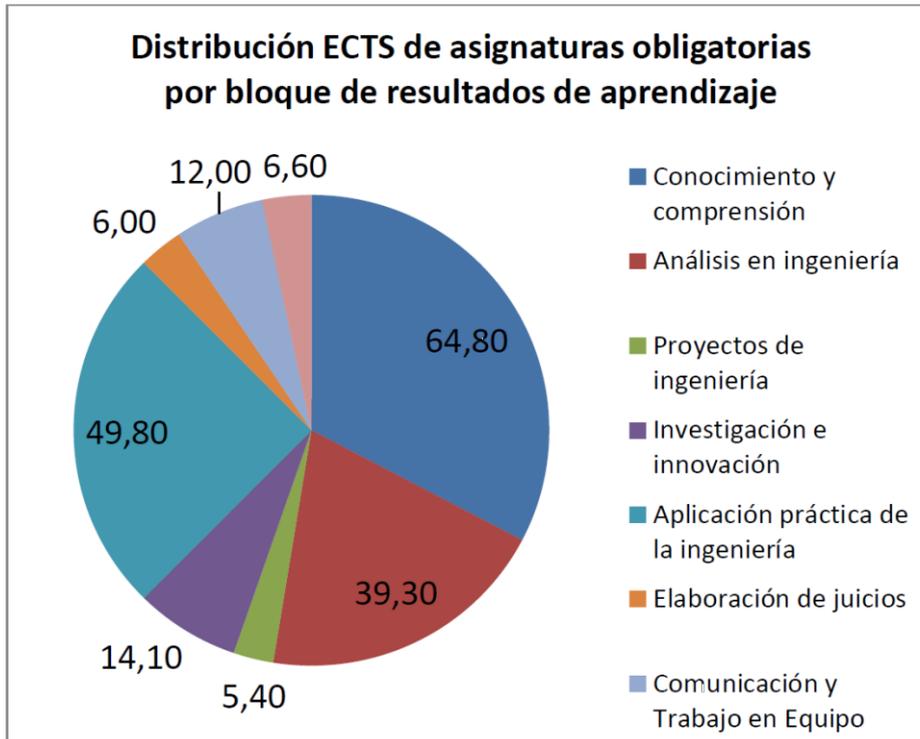
Los resultados de "*Conocimiento y comprensión*" se centran principalmente en las competencias específicas de formación básica y de la rama industrial, por lo que son las asignaturas básicas de primer y segundo curso las que trabajan en conseguir estos resultados. El resultado el contexto multidisciplinar está presente en algunas competencias generales y, como se observa en la tabla por asignatura se trabaja de una forma más difusa en varias asignaturas a lo largo de toda la titulación.

Los resultados de "*Análisis en ingeniería*" están ampliamente distribuidos a lo largo de toda la titulación ya que implica competencias específicas de formación básica, de rama industrial y de formación en las tecnologías industriales. Estos resultados de análisis en ingeniería son la base de para obtener los resultados posteriores de "*Aplicación práctica de la ingeniería*" que es la esencia del carácter multidisciplinar e integrador de los estudios en tecnologías industriales y forma parte de su amplia base formativa polivalente y generalista.

Los resultados en "*Aplicación práctica de la ingeniería*" representan en núcleo más relevante de resultados con relación con multitud de competencias de formación de la rama industrial y de formación en las tecnologías industriales que se trabajan en los cursos superiores de la titulación.

Finalmente, los resultados en "*Elaboración de juicios*", "*Comunicación y trabajo en equipo*" y "*Formación continua*" se trabajan en competencias generales y se distribuyen en multitud de asignaturas a lo largo de toda la titulación.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de las tablas y gráficas utilizadas en el análisis. No se incluyen completos porque el informe final realizado y las evidencias presentadas tienen una extensión excesiva para su inclusión en este anexo.



Ejemplo de distribución ECTS de asignaturas obligatorias por bloque de resultados de aprendizaje

Conocimiento y comprensión	
El proceso de aprendizaje debe permitir a los titulados de grado demostrar:	
Competencias del título que contemplan los resultados de aprendizaje EUR-ACE®	
Conocimiento y comprensión de las matemáticas y otras ciencias básicas inherentes a su especialidad de ingeniería, en un nivel que permita adquirir el resto de las competencias del título.	C 12. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la Ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal, geometría, geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales, métodos numéricos, algorítmica numérica, estadística y optimización.
	C 13. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de Ingeniería
	C 14. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en Ingeniería
	C 15. Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería
	C 16. Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador
C 17. Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas	

Ejemplo de correlación entre los resultados del aprendizaje de ENAEE y las competencias de un título de grado

Conocimiento y comprensión							
El proceso de aprendizaje debe permitir a los titulados de grado demostrar:							
Asignaturas dónde el estudiante adquiere los resultados de aprendizaje EUR-ACE®							
Conocimiento y comprensión de las matemáticas y otras ciencias básicas inherentes a su especialidad de ingeniería, en un nivel que permita adquirir el resto de las competencias del título.	Matemáticas I (80%)	Matemáticas II (80%)	Física I (75%)	Física II (75%)	Matemáticas III (70%)	Química (55%)	Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador (45%)
	Fundamentos de informática (40%)	Estadística (35%)	Fundamentos de administración de empresas (10%)	Mecánica de fluidos (10%)	Máquinas e instalaciones de fluidos (5%)	Mecánica de sólidos deformables (5%)	

Ejemplo de correlación entre los resultados del aprendizaje de ENAEE y las asignaturas de un título de grado

EN RELACIÓN CON EL RESULTADO DE APRENDIZAJE ENAEE: PROYECTOS DE INGENIERÍA
<p><i>Nombre de la asignatura:</i> XXX XXXX</p> <p>Curso: 3º Cuatrimestre: 6º Créditos: 6</p> <p>Coordinador: XXX</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Títulos de los trabajos individuales realizados: (en su caso)</i> <ul style="list-style-type: none"> TI1 Diseño de controladores digitales para un sistema de segundo orden. TI2 Modelado y análisis en espacio de estados de un cuadrotror. • <i>Títulos de los proyectos realizados: (en su caso)</i> <ul style="list-style-type: none"> P1 Simulación, diseño y control por computador de sistemas continuos.

Ejemplo de listado de proyectos/trabajos/seminarios/visitas por asignatura, donde los estudiantes hayan tenido que desarrollar las competencias relacionadas con "Proyectos de Ingeniería"