



## Evaluación de la CT04 - Innovación, Creatividad y Emprendimiento en estudios relacionados con el ámbito industrial

Juan Giner Navarro<sup>a</sup>, Juan F. Dols Ruiz<sup>b</sup> y Eva M. Sánchez Orgaz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto Universitario de Ingeniería Mecánica y Biomecánica. Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera s/nº, 46022 Valencia (Spain), [juanginer@upv.es](mailto:juanginer@upv.es), ORCID 0000-0002-0513-3625, [evsncor@upvnet.upv.es](mailto:evsncor@upvnet.upv.es), ORCID 0000-0002-8864-3056, <sup>b</sup>Instituto de Diseño y Fabricación. Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera s/nº, 46022 Valencia (Spain), [jdols@mcm.upv.es](mailto:jdols@mcm.upv.es), ORCID 0000-0003-1815-1360.

---

### Abstract

*The Universitat Politècnica de València (UPV) has developed programs defining specific and generic competences for its Bachelors' and Masters' degrees and for the subjects along them. In an engineering context, the competence "Creativity, Innovation and Entrepreneurship (CT-04)" allows the students to face problems of technical nature.*

*The present work is focused on the design of a teaching activity based on the realisation of an industrial project where the aforementioned competence is promoted. This activity has been applied during two academic years in the subject "Design and Application of Industrial Equipment" (Master's Degree in Industrial Engineering). The students face an open project with multiple alternatives and propose solutions to optimise industrial processes. All the projects have to implement creative and innovative techniques to generate technical solutions.*

*The academic works are evaluated following a rubric to establish objective criteria. Analysing these results permits to establish a correlation between the influence of the competence into the project and the final subject grades, inferring that the competence prepares the student to achieve the objectives that must be acquired in the subject. Further work is needed to establish if the proposed rubrics can detect the degree of acquisition of the competence.*

**Keywords:** *competence assessment, learning outcomes, innovation, creativity and entrepreneurship.*

---

### Resumen

*La Universitat Politècnica de València (UPV) ha desarrollado programas que definen competencias transversales y específicas para sus estudios de Grado y Máster y para las diferentes asignaturas. En un contexto ingenieril, la competencia "Creatividad, Innovación y Emprendimiento (CT-04)" permite a los estudiantes enfrentarse a problemas de naturaleza técnica.*

*El presente trabajo se focaliza en el diseño de una actividad docente basada en la realización de un proyecto industrial donde se promueve la competencia anterior. Esta actividad se ha realizado durante dos cursos académicos en la asignatura "Diseño y Aplicación de Equipos Industriales" (Máster Universitario en Ingeniería Industrial). Los estudiantes se enfrentan a un proyecto abierto con múltiples alternativas y deben proponer soluciones para optimizar*

*procesos industriales. Todos los proyectos tienen que implementar técnicas innovadoras y creativas para proporcionar soluciones técnicas.*

*Los trabajos académicos se evalúan siguiendo una rúbrica que establece criterios objetivos. Analizar estos resultados permite establecer una correlación entre la influencia de la competencia en las calificaciones del proyecto y de la asignatura, determinando que la competencia prepara a los estudiantes para conseguir los objetivos que deben adquirirse en la asignatura. Se requiere profundizar más para establecer si las rúbricas propuestas pueden detectar el grado de adquisición de la competencia.*

**Palabras clave:** *evaluación de competencias, resultados de aprendizaje, innovación, creatividad, emprendimiento.*

## **1. Introducción**

El proceso de reorientación de los métodos de aprendizaje hacia competencias generales conlleva un gran esfuerzo para las universidades que conforman el Espacio Europeo de Educación Superior. La importancia de estas competencias para el currículum de los estudiantes queda fuera de toda discusión y se apoya en su rol crítico en una mejora social y salarial para los estudiantes que las adquieren (Rieckmann, 2012; Kelly, 2021). Los marcos de educación superior en el mundo que incluyen competencias transversales en sus programas (Young & Chapman, 2010; Sursock & Smidt, 2010) proporcionan información sobre las habilidades técnicas, profesionales y de trabajo en equipo adquiridas por los estudiantes en contraposición a la lista de asignaturas a las que se limitaba el currículum previo. En este sentido, este currículum hace más sencillo para los empleadores seleccionar candidatos con las habilidades que mejor encajan en el puesto vacante (Andrews & Higson, 2008). Por otro lado, promueven la movilidad de estudiantes entre las universidades europeas basadas en criterios de evaluación y metodologías comparables entre sí (Agten, 2007).

La Universitat Politècnica de València (UPV) ha llevado a cabo la adaptación completa de sus grados a un enfoque curricular basado en competencias como parte del Marco Europeo de Educación Superior. En este sentido, la utilización de metodologías activas se introduce en nuevos programas, lo que contrasta con el método de enseñanza basado en clases magistrales al que el sistema universitario ha tendido tradicionalmente. Así pues, el desarrollo de las competencias se ve favorecido por actividades de evaluación en las que los estudiantes deben poner sus habilidades en juego. Los programas de enseñanza de sus estudios de grado y de máster incluyen 13 competencias transversales definidas en sus proyectos institucionales (UPV, 2015a; UPV, 2015b), que se promueven, trabajan y evalúan a través de las asignaturas que marcan los itinerarios de cada grado. Estas 13 competencias integran diferentes instrumentos y competencias interpersonales, a través del proyecto Tuning (Tuning Project, 2014). Sin embargo, aquí aún existe una asignatura pendiente acerca de las metodologías que pueden permitir una evaluación objetiva de las competencias por parte del profesorado cuyas asignaturas son punto de control de las mismas.

En este trabajo, se ha desarrollado una metodología que se ha implementado para la evaluación de la competencia transversal 04 “Innovación, Creatividad y Emprendimiento” (ICE). La innovación se entiende como la habilidad para proporcionar una respuesta satisfactoria a las necesidades en diferentes campos, modificar procesos y/o resultados para generar nuevos valores. En cambio, el desarrollo de esta competencia requiere pensar de manera diferente para proporcionar diferentes perspectivas (creatividad) y utilizar la propia iniciativa para explorar las oportunidades, asumiendo el riesgo que esto conlleva

(emprendimiento) (Nieto 2008; Schnarch, 2010; Joachin, 2019). Para adquirir esta competencia, el estudiante debe "innovar para responder satisfactoriamente y de forma original a las necesidades y demandas personales, organizacionales y sociales con el propósito de añadir valor con una actitud emprendedora".

Esta competencia fue testada en la asignatura Diseño y Aplicación de Equipos Industriales (DAEI), obligatoria y troncal, con un peso específico de 7.5 ECTS, perteneciente al primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII), que se corresponde con el Nivel 3 (Máster) de desarrollo definido por la universidad para hacer más sencilla la evaluación de las competencias. En este nivel, la complejidad de los resultados de aprendizaje asociados a estas competencias es más elevado. En el caso de la competencia ICE, el resultado de aprendizaje definido (UPV, 2015b) es: "Proponer un plan de acción, incluyendo un análisis global del valor de la innovación". Los indicadores correspondientes son:

1. Integrar los conocimientos de otras disciplinas.
2. Adoptar enfoques creativos para el contenido y la forma de implementación.
3. Proponer un plan de acción.
4. Analizar el valor de la innovación.

La Tabla 1 muestra los indicadores y descriptores de la rúbrica desarrollada por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV.

## 2. Objetivo

El principal objetivo que se persigue con la evaluación de la competencia ICE es asegurar que el estudiante es capaz de “pensar de manera diferente para proporcionar diferentes perspectivas (creatividad), utilizando la propia iniciativa con vistas a explorar una oportunidad, asumiendo el riesgo que esto conlleva (emprendimiento)” (UPV, 2015b). La introducción de la competencia ICE en la asignatura DAEI dentro del marco del MUII se llevó a cabo durante el curso académico 2016-17 y se analizó la aplicabilidad de este tipo de competencia en grupos de más de 300 estudiantes que siguen estos estudios de postgrado (Dols et al., 2019). Como resultado, se recomendó que este tipo de evaluaciones se implementase priorizando el análisis de procesos, sistemas, productos o metodologías basadas en casos reales (que fueron llevados a cabo en el Proyecto Final del curso) sobre el estudio de diseños teóricamente definidos o productos cuya evaluación debe materializarse en empresas con una actividad industrial o servicio contrastable, donde los estudiantes puedan comprobar in situ los procesos, sistemas, metodologías, modos de transporte y mantenimiento, que más tarde podrán optimizar proporcionando innovaciones o promoviendo soluciones creativas a los problemas detectados.

## 3. Desarrollo de la innovación

Para la evaluación de la competencia ICE en la asignatura DAEI, un total de 602 estudiantes desarrollaron en grupos (194 grupos de 2 o 3 estudiantes), una actividad obligatoria para la presentación de un Proyecto Final de la asignatura DAEI. El análisis de esta actividad se llevó cabo durante los dos cursos académicos (2019-2020 y 2020-2021). Durante los mismos, los estudiantes tuvieron que aplicar el conocimiento adquirido en la asignatura mediante la propuesta de soluciones que mejorasen, optimizasen o reemplazasen los sistemas de transporte y/o manutención analizados a lo largo del estudio del proyecto final.

La evaluación de ICE se basa en la rúbrica aplicada para cada grupo que trata de responder a las siguientes cuestiones propuestas como indicadores:

- ¿Adapta el grupo ideas y enfoques creativos en el desarrollo del trabajo?

- ¿Analiza el grupo el valor de la innovación propuesta en el desarrollo del trabajo y extrae conclusiones?

La calificación de cada uno de estos dos indicadores es numérica y se promedia cualitativamente de acuerdo con la siguiente escala:

0-30%:	D.	No alcanzado.
30-60%:	C.	En desarrollo.
60-85%:	B.	Bien desarrollado/Adecuado.
85-100%:	A.	Nivel excelente.

### **3.1 Herramientas para la evaluación de la competencia ICE**

Las diferentes técnicas propuestas a los estudiantes, de entre las cuales deben escoger la más apropiada a sus necesidades, conocimientos o preferencias, son: *SCAMPER*, *Brainstorming*, *Brainwriting*, *Pensamiento Lateral*, *Brainswarming*, *TRIZ* y *Design Thinking* (UPV, 2015b). A continuación se describen las distintas técnicas que permiten mejorar la capacidad de creatividad, innovación y emprendimiento:

La metodología *SCAMPER* se basa en el acrónimo de las palabras o términos provenientes del inglés que definen cada una de sus siglas (Eberle, 2008; Higgins & Associates, 2019; Mind Tools, 2019) e identifica las siguientes ideas: *Sustituir*, *Combinar*, *Adaptar*, *Modificar*, *Poner en otros usos*, *Eliminar*, *Reorganizar*. Para aplicar esta técnica, los estudiantes deben identificar inicialmente el elemento que quieren mejorar en una empresa real durante la ejecución de su Proyecto Final. A continuación, deben formularse una serie de cuestiones utilizando cada una de las acciones previas (una cada vez), aplicando estas a los objetivos y tomando notas de las ideas que surjan para poder desarrollarlas.

El *Brainstorming* consiste en una técnica introducida por Alex Osborn para generar el mayor número de ideas en un tiempo limitado sin emitir ningún juicio crítico sobre ellas (Osborn, 1953). Se trata de una metodología muy útil para atacar problemas específicos en los que se requieren una colección de ideas nuevas. Los participantes del grupo deben proponer ideas que deben ser combinadas, mejoradas y modificadas hasta que el grupo alcance un acuerdo sobre la solución final. Aunque Alex Osborn recomendó que el grupo tuviese doce miembros, un grupo de dos o tres miembros también resulta práctico (Cuenca et al., 2015).

Un variante del brainstorming es el *Brainwriting* (brainstorming por escrito): cada uno de los miembros del grupo escribe sus ideas en una hoja de papel y entonces la intercambia con otro miembro. Las ideas de esta nueva hoja pueden estimular al receptor, que puede tener nuevas ideas, que podrá añadir a la lista. El proceso continúa durante aproximadamente 15 minutos.

El *Método 6-3-5* es una variante del Brainwriting y fue desarrollado por Rohrbach en 1969 (InnoSupport Project Platform, 2021) y se puede utilizar como alternativa al brainstorming cuando el equipo necesita otra técnica de producción de ideas. Los miembros del equipo provienen de diferentes puestos en las empresas o el número de miembros hace que el brainstorming no sea factible. En este proceso, 6 personas deben dar 3 soluciones a un problema en 5 minutos. Tras definir este tiempo, las ideas se pasan a los siguientes participantes, que a su vez deberán ofrecer otras 3 soluciones. En este sentido, todos los participantes deben tener sucesivamente la oportunidad de contribuir con nuevas ideas al documento. Esta técnica puede ser aplicada a problemas más complejos y es particularmente útil cuando se desea que todos los miembros de grupo participen.

El *Pensamiento Lateral* es un concepto creado en 1967 por el psicólogo Edward de Bono. Consiste en buscar soluciones a problemas pensando de manera diferente, dejando los guiones habituales y buscando alternativas de solución. Se trata de un tipo de pensamiento creativo que intenta escapar de ideas preconcebidas (de Bono, 1967).

Tabla 1. Rúbrica de aplicación de la competencia transversal CT-04 - ICE (UPV, 2015b).

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	DESCRIPTORES				EVIDENCIAS
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien/Adecuado	A. Excelente/Ejemplar	
<i>Integra conocimientos de otras disciplinas</i>	No es capaz de integrar conocimientos previos para generar nuevos conocimientos o ideas.	Integra conocimientos de varios campos sin que sirva para generar nuevas ideas.	Genera nuevas ideas integrando conocimientos de varias disciplinas, fuentes o campos.	La integración que lleva a cabo de los conocimientos genera nuevas ideas que mejoran las soluciones previas a un problema o situación específicos.	Presenta nuevas ideas, indicando qué conocimientos ha utilizado de otras disciplinas, cómo los ha combinado y el resultado que ha obtenido, subrayando el enfoque multidisciplinar.
<i>Utiliza enfoques creativos acerca del contenido</i>	No propone ideas originales a las situación acontecida.	Propone ideas y enfoques que no se adaptan a la situación y/o no especifica correctamente el modo de ejecutarlas.	Adapta enfoques apropiados a los contenidos y una forma de implementación correcta.	Adopta enfoques originales, genera ideas nuevas desde diferentes perspectivas y aporta creatividad en lo que hace, mejorando sistemas, procedimientos o procesos.	Enfoca una situación desde distintos puntos de vista, alternativos a los conocidos, para proponer ideas originales y procedimientos.
<i>Propone un plan de acción</i>	No genera una lista completa de tareas.	Genera listas de tareas pendientes y otros planes de acción, pero falta información relevante.	Aporta un plan de acción minucioso.	Propone un plan de acción formal detallado, ejecutando algunas de sus fases.	Presenta el plan (secuencia de fases completa).
<i>Analiza el valor de la innovación</i>	No lleva a cabo ningún análisis.	Identifica algunos riesgos y beneficios de la innovación de manera limitada.	Lleva a cabo un análisis adecuado del valor de la innovación.	Lleva a cabo un análisis global del valor de la innovación utilizando las herramientas correctas.	Hace un informe con análisis de valor, en el que indica que herramientas y/o técnicas utilizadas (ej: métodos cuantitativos o cualitativos; análisis de probabilidades; análisis de consecuencias; técnicas multicriterio; indicadores de eficiencia, efectividad, económicos, calidad, impacto...).

El *Brainstorming* es una técnica creativa para generar ideas desarrollada por Tony McCaffrey que consiste en un método basado en la vida de las hormigas. Es un método silencioso en el que los participantes contribuyen con sus ideas mediante notas breves en un gráfico estructurado. Este método se puede utilizar para resolver problemas técnicos/ingenieriles, de planificación estratégica, marketing, publicidad y de recursos humanos (Innovation Accelerator, 2021).

El *TRIZ* es una teoría relacionada con un proceso de innovación sistemático para resolver problemas, normalmente del ámbito industrial. El *TRIZ* no es exactamente una teoría, ya que se asimila a una caja de herramientas consistente en muchas herramientas sencillas que se pueden adaptar a los clientes para innovar en problemas difíciles de resolver (Gadd, 2011).

El *Design Thinking* consiste en un método para generar ideas de innovadoras que se centran en capturar, comprender y resolver problemas. Este método permite dividir los problemas en varias partes: la primera, se basa en una correcta definición del problema a resolver teniendo en cuenta las necesidades reales de los usuarios ; en segundo lugar, se deben crear y analizar diferentes posibles soluciones, redefiniendo y sintetizando las mejores alternativas ; y tercero, seleccionar la opción final e implementarla como una solución inicial al problema (Pelta Resona, 2021).

### **3.2 Evaluación de las técnicas de creatividad en el Proyecto Final de DAEI**

En el Proyecto Final de DAEI, la evaluación de la competencia ICE se lleva a cabo mediante una contribución grupal. Dicha contribución tiene un peso del 5% de la nota final del trabajo y, en ella, el grupo debe realizar algún tipo de propuesta de mejora del problema de transporte analizado o en la instalación evaluada, mediante la aplicación de una de las técnicas de innovación, creatividad o emprendimiento propuestas en la sección anterior.

Para la formalización de la ICE de cada grupo matriculado en la asignatura de DAEI, se deben tener en cuenta las siguientes formalizaciones:

- Para la presentación de evidencias que justifiquen la evaluación de la ICE del grupo de trabajo, se debe entregar un documento de 3 páginas como máximo, en el que se detallen las respuestas a las preguntas propuestas anteriormente aplicando alguna de las técnicas anteriormente sugeridas.
- La presentación de un vídeo, cuya duración no exceda los 2 min, con indicaciones sobre las mejoras propuestas sobre la instalación analizada (con una mención especial a la técnica aplicada para lograrla) se valora positivamente.

Para la evaluación de la actividad propuesta para la competencia a estudiar, se utilizará la rúbrica de la contribución grupal de acuerdo a los indicadores mostrados y resumidos en la Tabla 2:

Cada profesor debe analizar las respuestas del estudiante a las preguntas mostradas en la Tabla 2 basadas en el problema estudiado en el Proyecto Final de la asignatura DAEI, evaluando los siguientes aspectos:

- 1) ¿Los estudiantes adaptan nuevas ideas y enfoques creativos en el desarrollo del Proyecto Final?
- 2) ¿Los estudiantes analizan el valor de la innovación propuesta por el grupo en el desarrollo del Proyecto Final y establecen conclusiones?

De acuerdo a los criterios establecidos en los descriptoras, cada profesor debe asignar un valor numérico entre el 0% y el 100% para calificar el trabajo desarrollado por los estudiantes.

Tabla 2. Rúbrica para la evaluación de la contribución grupal a través de la aplicación de una técnica de innovación, creatividad y emprendimiento en el Proyecto Final de la asignatura de DAEI.

INDICADOR ES	DESCRIPTORES				Ejemplos de evidencias	Resultados de la evaluación
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien/Adecuado	A. Excelente/Ejemplar		
<i>Adapta enfoques creativos y nuevas ideas en el Desarrollo del Proyecto Final.</i>	No propone ideas originales o diferentes a aquellas propuestas por el grupo en el Desarrollo del Proyecto Final.	Propone ideas y/o enfoques que no se adaptan a la situación presentada en el Proyecto Final, y/o no especifica correctamente el modo de ejecución.	Adopta enfoques apropiados al contenido del Proyecto Final, y enfoca correctamente la manera de desarrollar su contribución.	Adopta enfoques originales, generando nuevas ideas que difieren de aquellas propuestas por los grupos, mediante propuestas creativas, mejorando sistemas de transporte, procedimientos y/o procesos.	Enfoca la situación propuesta por el grupo como solución al problema propuesto, y de forma original, proponiendo nuevas ideas y procedimientos originales, de manera sensata y que se materializa en mejoras evidentes.	0–100%
<i>Analiza el valor de la innovación propuesta por el grupo en el Desarrollo del Proyecto Final, y establece conclusiones.</i>	No lleva a cabo ningún análisis.	Lleva a cabo algún análisis, identificando algunas ventajas y desventajas de los resultados, de manera parcial.	Lleva a cabo un análisis adecuado del valor de la innovación propuesta por el grupo en el Proyecto Final.	Lleva a cabo un análisis global del valor de la innovación propuesta por el grupo, utilizando las herramientas adecuadas.	Realiza un informe con el análisis de valor, en el que indica las herramientas y/o técnicas utilizadas (ej. análisis DAFO, técnicas multicriterio, análisis de probabilidades, eficiencias, económicos, de calidad, medioambientales indicadores de impacto, etc.).	0–100%
<b>Resultado de la evaluación de la competencia en la aplicación de técnicas de innovación, creatividad y emprendimiento en el Proyecto Final</b>					<b>A, B, C, D</b>	

#### 4. Resultados

Las notas finales de la asignatura DAEI obtenidas por los estudiantes muestran buena concordancia con aquellas que alcanzaron en la ICE (CT-04). Esto se puede deducir de los resultados presentados en la Figura 1 y la Tabla 3. Ambas muestran que los estudiantes con mejores resultados en la nota final de DAEI son los mismos que obtienen buenos resultados en el conocimiento y desarrollo de ICE.

La comparativa mostrada en la Figura 1 ilustra que, en general el trabajo en la competencia ICE es indicativa de una buena actuación en la asignatura. Se muestra que las calificaciones finales de Notable (6.5 a 8 puntos) y Excelente (8 a 10 puntos) obtenidas en la asignatura corresponden en general con marcas de A y B para la competencia (95% en este intervalo), detectando únicamente 24 casos de 437 con nivel de Notable y ninguno de Excelente en la asignatura, que no presentan calificaciones de A o B para la competencia ICE. Este resultado revela que el trabajo en la competencia ICE juega un rol significativo en las habilidades que el estudiante necesita para pasar satisfactoriamente la asignatura. De hecho, solamente 5 estudiantes con un elevado desarrollo de ICE (calificación A o B), suspendieron la asignatura, los que significa menos del 1% del total de alumnos.

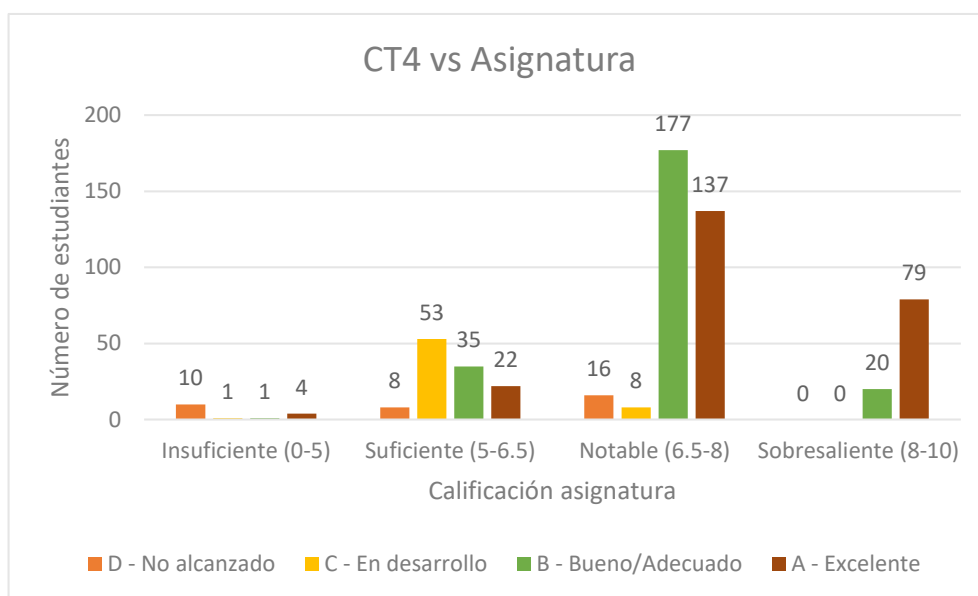


Fig. 1 Correlación entre la calificación de la asignatura y de la competencia ICE.

En la Tabla 3 se muestra una correlación de esta información en forma de matriz numérica donde se comparan las notas finales de la asignatura (puntuadas de 0 a 10), con los niveles de calificación obtenida para la competencia ICE (A, B, C, D). La tabla muestra como muchos estudiantes están agrupados en la diagonal y subdiagonal de la matriz (celdas sombreadas en gris). El porcentaje representado por estos estudiantes es de casi el 92,5%. Los resultados mostrados evidencian que aquellos alumnos que han obtenido una calificación baja en la nota final de la asignatura (nota final inferior a 5) también presentan una calificación pobre (C, D) en el trabajo con la competencia ICE, aunque representan sólo el 1,9%. En el caso de alumnos que han aprobado la asignatura (nota final entre 5 y 6,5), el porcentaje de aquellos que han obtenido calificaciones pobres (C, D) en la competencia ICE asciende al 10,7%.

Por el contrario, los alumnos con resultados de notable (6,5-8) en la calificación final de la asignatura mostraron unos niveles de consecución de objetivos en el trabajo de la competencia ICE mucho más valorables (A, B), representando un 55% del total de estudiantes analizados. Este porcentaje se reduce al 17,3% en el caso de los mejores estudiantes que obtuvieron una calificación de sobresaliente (8-10), con niveles A y B en la competencia ICE. Es decir, un 72,3% de los estudiantes con calificaciones de notable o excelente en la nota final de la asignatura obtuvieron una calificación de A o B en el trabajo con la competencia transversal ICE.

Estos resultados sugieren que la preparación y estudio adecuado de la asignatura DAEI capacita para trabajar adecuadamente y mejorar las habilidades propuestas en la competencia transversal ICE (CT-04), y viceversa.

Tabla 3. Matriz de correlación entre la calificación de la asignatura y la competencia ICE.

A		4	22	137	79
B		1	35	177	20
C		1	53	8	0
D		10	8	16	0
<b>ASIGNATURA</b>		Insuficiente (0-5)	Suficiente(5-6.5)	Notable (6.5-8)	Excelente (8-10)

Los resultados obtenidos en la competencia transversal ICE también han sido comparados con aquellos alcanzados por los estudiantes en el desempeño del Proyecto Final de DAEI. La Figura 2 presenta los



resultados obtenidos en la calificación del proyecto final de DAEI con los resultados obtenidos en la calificación de la competencia ICE (CT-04). En este caso, la tendencia en la correlación es similar a la del caso anterior. Es decir, una buena realización del Proyecto Final por parte de los estudiantes parece estar directamente relacionada con mayores calificaciones en ICE. En este caso, el porcentaje de estudiantes que obtuvieron una calificación de A o B en la competencia a la par que una marca de Notable o Excelente en el trabajo final de DAEI es aún mayor, alcanzando el 80%. En este caso, es importante destacar que ninguno de los estudiantes suspendió el Proyecto Final y que solamente 16 estudiantes con un Aprobado obtuvieron buenas calificaciones en la competencia. Además, solo 77 estudiantes de los 569 casos estudiados presentó una pobre actuación en ICE (C, D) y obtuvieron buenas marcas en el Proyecto Final (notable o sobresaliente), corroborando la tendencia hallada en análisis previos.

Los resultados obtenidos vienen a corroborar que la aplicación adecuada de la competencia transversal ICE (CT-04), permite y facilita la consecución de resultados sobresalientes en la elaboración del trabajo final de la asignatura, ya que un 67% de alumnos calificados con sobresaliente en el trabajo obtuvieron una calificación de A o B en la competencia ICE.

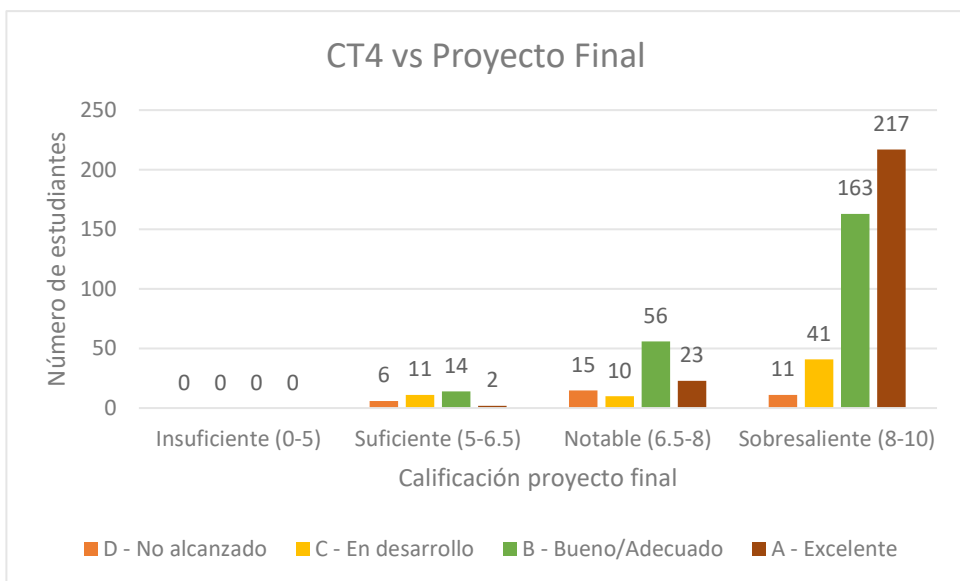


Fig. 2 Correlación entre la calificación del Proyecto Final y la competencia ICE.

## 5. Conclusiones

Se ha llevado a cabo una intervención práctica para promover y evaluar la competencia ICE en la asignatura DAEI del Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPV durante dos cursos académicos. Se ha implementado un enfoque basado en un trabajo de campo (Proyecto Final) con vistas a promover en los estudiantes el desarrollo de técnicas creativas para detectar problemas logísticos y técnicos en una empresa industrial en activo, y proponer soluciones innovadoras y factibles. La evaluación de la competencia se realiza a partir de la evaluación del trabajo grupal y de estrategias basadas en rúbricas que consideran los resultados de evaluación detallados por la UPV en su proyecto institucional para el nivel de dominio 3 correspondiente a Máster. La correlación entre el desarrollo de la CT-04 y el desempeño de los estudiantes se ha analizado desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo, y las principales conclusiones que se pueden extraer de este trabajo son:

- Se necesita diseñar un instrumento apropiado para la evaluación de una competencia transversal que permita obtener una metodología sistemática para evaluar el grado de adquisición de la competencia por estudiante, especialmente para grupos de estudiantes numerosos (sobre 300 estudiantes por curso en este

caso). Este instrumento debería quedar integrado en los contenidos de la asignatura con vistas a capturar esta calificación en particular junto con el desempeño global de la materia, de modo que se pueda encajar este aprendizaje paralelo y subsecuente evaluación dentro del calendario lectivo.

- El trabajo multidisciplinar propuesto ha resultado ser un instrumento prometedor para evaluar la competencia ICE a la par que tiene una influencia importante en la nota global de la asignatura, adaptando los resultados de aprendizaje a la naturaleza técnica de los cursos de ingeniería.

- Los resultados indican que el desarrollo de buenas habilidades de ICE proporcionan una mayor oportunidad de pasar con éxito la asignatura. Esto se deduce desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo a través de la correlación observada entre la calificación de ICE y del desempeño de los estudiantes (nota final asignatura y Proyecto Final), especialmente para aquellos con mejores calificaciones finales.

El instrumento propuesto continuará siendo analizado en futuros cursos para recoger evidencias que permitan alinear los resultados de aprendizaje deseados para la competencia en esta asignatura de carácter industrial.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto « Coordinación de metodologías a través de websites de apoyo en los grados de la ETSII » para las competencias "Innovación, Creatividad y Emprendimiento" y "Ética, Responsabilidad Medioambiental y Profesional" (19-20/151) », de la convocatoria de 2019 para Proyectos de Mejora e Innovación Educativa (PIME) "Aprendizaje+Enseñanza" (A+D), en su modalidad A, promovidos por el Vice-Rectorado de Estudios, Calidad y Acreditación y el Vice-Presidente de Recursos Digitales y Documentación de la Universitat Politècnica de València. La Prof. M<sup>a</sup> del Mar Alemany Díaz está a cargo de este PIME institucional, representando a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII).

## 7. Referencias

- AGTEN, J. (2007). Bologna as a frame for Competence Based Learning and Supervision?, <<http://www.eassw.org>>, [Consulta: marzo de 2022]
- ANDREWS, J. , HIGSON, H. (2008) "Graduate employability, 'Soft skills' versus 'Hard' business knowledge: A european study" en *Higher Education in Europe*, vol. 33, p. 411-422.
- CUENCA, L., ALARCÓN, F., BOZA, A., FERNÁNDEZ-DIEGO, M., RUIZ, L., GORDO, M.L., POLER, R., ALEMANY, M.M.E. (2015) " Rúbrica para la Evaluación de la Competencia Innovación, Creatividad y Emprendimiento en máster " en Congreso In-Red 2015, p.83-88.
- DE BONO, E. (1967). *The Use of Lateral Thinking*. Penguin.
- DOLS, J.F., RUBIO, F.J., NADAL, E., SANCHEZ, E.M., GINER, J., ROVIRA, A. (2019) "Implementación de la ICE en la asignatura Diseño y Aplicación de Equipos Industriales del Máster Universitario de Ingeniería Industrial " en Congreso In-Red 2019, p. 395 – 1409.
- EBERLE, B. (2008). *Scamper*. Prufrock Press.
- GADD, K. (2011). *TRIZ for engineers : Enabling Inventive Problem Solving*. Wiley.
- HIGGINS & ASSOCIATES. (2019). Creatividad e Innovación. Técnicas de creatividad. Scamper., [http://www.innovaforum.com/index2\\_e.htm](http://www.innovaforum.com/index2_e.htm) , [Consulta: marzo de 2022]
- INNOSUPPORT PROJECT PLATFORM. (2021). Method 3-6-5, [www.innosupport.net](http://www.innosupport.net), [Consulta: marzo de 2022]
- INNOVATION ACCELERATOR. (2021). BRAINSWARM. Creatividad e Innovación. Técnicas de creatividad. Scamper., [www.innovationaccelerator.com](http://www.innovationaccelerator.com), [Consulta: marzo de 2022]

- JOACHIN, C.V. (2019). La creatividad: concepto, técnicas y aplicaciones. Unidad de Apoyo para el aprendizaje, [https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/166/mod\\_resource/content/1/la-creatividad/index.html](https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/166/mod_resource/content/1/la-creatividad/index.html) , [Consulta: marzo de 2022]
- KELLY, A. (2001) “ The evolution of key skills: towards a tawney paradigm ” en Journal of Vocational Education & Training, vol. 53, p. 21-36.
- MIND TOOLS (2021). SCAMPER, Improving Products and Services. Management Training and Leadership Training, [http://www.mindtools.com/pages/article/newCT\\_02.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_02.htm), [Consulta: marzo de 2022]
- NIETO, J. (2008). *Y tú..., ¿Innovas o Abdicas?*. Universitat Politècnica de València.
- OSBORN, A. (1953). *Applied Imagination*. New York : hijos de Charles Scribner.
- PELTA, R., (2021). Design Thinking <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/75946/4/Design%20Thinking.%20Tendencias%20en%20la%20teor%C3%ADa%20y%20la%20metodolog%C3%ADa%20del%20dise%C3%B1o%20M%C3%B3dulo%204%20Design%20thinking.pdf>, [Consulta: marzo de 2022]
- RIECKMANN, M (2012). “Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?” en Futures, vol. 44, p. 127-135.
- SCHNARCH, A. (2010). *Creatividad aplicada. Cómo estimular y desarrollar la creatividad a nivel personal y empresarial*. Starbook.
- SURSOCK, A. y SMIDT, H. (2010). Trends 2010: A decade of change in European higher education. Brussels: European University Association.
- TUNING PROJECT. Tunning General Brochure. <<http://www.unideusto.org/tuningeu/documents.html>> [Consulta: marzo de 2022].
- UPV. (2015a). Competencias Transversales UPV. [www.upv.es/contenidos/COMPTRAN](http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN) [Consulta: marzo de 2022].
- UPV. (2015b). Innovación, Creatividad y Emprendimiento. <https://www.etsii.upv.es/competencias/innovacion.php> [Consulta: marzo de 2022].
- YOUNG, J., CHAPMAN, E. (2010). Generic competency frameworks: A brief historical overview. En Education research and perspectives, vol. 37, p. 1-24.