

(09-004) - Transversal competences in the subject of Projects of the Degree in Industrial Technologies in Spanish polytechnic universities.

Martínez, Daniel ¹; Amante García, Beatriz ¹; Romero García, M.Carmen ²; Salán Ballesteros, M.Nuria ¹

¹ Universidad Politécnica de Catalunya, ² Universidad Internacional de La Rioja

The main objective of this work is to know what transversal competences are associated with the subject of Projects in the studies of the Degree in Industrial Technologies of the four Spanish polytechnic universities. Analysis of the similarities and differences of the four study plans leads to the secondary objective, which is knowing instruments to promote the development of one of the common competencies in the four universities, such as teamwork.

To achieve the above objectives, the corresponding study plans were obtained and their analysis was carried out. Subsequently, a bibliographic search was carried out to find out which instruments are reported to promote the development of this competence.

The analysis of the results shows that although all study plans specify that students work as a team throughout the course, this competence is not specified as such in some of the study plans analyzed. The bibliographic search has made it possible to discover instruments that can be applied to develop this competence in the students of the Projects subject, who throughout the course must work as a team to develop the activities proposed by the teacher.

Keywords: Projects Subject; Transversal competences; Teamwork

Desarrollo y evaluación de la competencia de trabajo en equipo en la docencia universitaria de la asignatura de proyectos

El principal objetivo de este trabajo es conocer qué competencias transversales se asocian a la asignatura de Proyectos en los estudios del Grado en Tecnologías Industriales de las cuatro universidades politécnicas españolas. El análisis de las semejanzas y diferencias de los cuatro planes de estudio, lleva a plantear como objetivo secundario conocer instrumentos para fomentar el desarrollo de una de las competencias común en las cuatro universidades como es el trabajo en equipo.

Para conseguir los anteriores objetivos, se obtuvieron los planes de estudio correspondientes y se procedió a su análisis. Posteriormente, se realizó una búsqueda bibliográfica para conocer qué instrumentos se hallan reportados que promuevan el desarrollo de esta competencia.

El análisis de los resultados, pone de manifiesto que a pesar que en todos los planes de estudio se especifica que el alumnado trabaja en equipo a lo largo del curso, esta competencia no se especifica como tal en algunos de los planes de estudio analizados. La búsqueda bibliográfica ha permitido conocer instrumentos susceptibles de ser aplicados para desarrollar esta competencia en el alumnado de la asignatura de Proyectos el cuál a lo largo del curso debe trabajar en equipo para elaborar las actividades planteadas por el docente.

Palabras clave: Asignatura de Proyectos; Competencias transversales; Trabajo en equipo



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Correspondencia: Daniel Martínez Caballé, daniel.martinez@upc.edu

1. Introducción

La implementación de competencias en los planes de estudios universitarios ha supuesto diferentes cambios tanto a nivel metodológico como evaluativo en el aula universitaria. El objetivo último de la implantación de estos cambios es capacitar al alumnado para que pueda desarrollarse con éxito en su vida profesional y personal.

El proyecto *Tuning Education Structures in Europe* (González & Wagenaar, 2003; González & Wagenaar, 2008) estableció una serie de competencias genéricas (o transversales) y específicas para cada titulación y que el alumnado debe adquirir a lo largo de sus estudios. Posteriormente, cada universidad matizó y concretó cada una de estas competencias, estableciendo en los planes de estudio de sus titulaciones.

Para fomentar el desarrollo de dichas competencias entre el alumnado, se han introducido una serie de cambios metodológicos en el aula. Destacan el aprendizaje basado en problemas o ABP (Texeira, Silva & Brito, 2019; Del Águila, Cañadas & García, 2022; Morales, 2017; Marcinauskas, et al., 2024) en el que alumnado se enfrenta a la resolución de problemas reales; el aprendizaje basado en proyectos (Cifrian, et al., 2020; Brown, 2021; Pérez & Rubio, 2020; Hasan et al., 2024) en el que el alumnado se centra en la creación y desarrollo de proyectos concretos; el aprendizaje basado en retos en la que se le propone al alumnado un problema real y significativo relacionado con su entorno y que le suponga un reto y dónde se busca una implicación activa por parte del alumnado (Kohn et al., 2020; Necchi, et al., 2020; Salinas-Hernández, Kock & Pepin, 2024); la resolución colaborativa de problemas (Von Davier, et al., 2017; Zachari et al., 2020; Herro, Frady & O'Hara, 2023) en la que el alumnado interactúa para compartir, negociar ideas y experiencias previas, regular y coordinar conjuntamente comportamientos y actividades de aprendizaje y aplicar estrategias para resolver un problema común; el aprendizaje colaborativo (Rodríguez-Sánchez et al., 2016; Lyu et al., 2023) en el que estudiantes con distintos niveles de habilidad se unen para realizar una tarea; o el aprendizaje basado en equipos (Earnest, et al., 2021, Ramos-Rodríguez et al., 2024) en el que se favorece el aprendizaje activo y efectivo en grupos pequeños.

En ocasiones, las nuevas metodologías se aplican a nivel individual mientras que en otras se busca el aprendizaje colaborativo, distribuyendo al alumnado en equipos de trabajo. En ambos casos, se otorga al alumnado un papel activo en su proceso de aprendizaje, buscando la cooperación con otros estudiantes así como su reflexión, tomando decisiones y creando conocimiento (Fidalgo, García & Sein-Echaluce, 2019). Desde el punto de vista del docente, éste incorpora a su función de transmisor de conocimientos, el rol de guía y facilitador de dicho aprendizaje.

En el área evaluativa, se introduce una evaluación de tipo formativo donde se miden no sólo conocimientos y/o habilidades adquiridas por el alumnado sino también el resultado de integrar conocimientos, habilidades, procedimientos, actitudes y valores y el proceso llevado a cabo. Este nuevo tipo de evaluación contrasta con la tradicional evaluación sumativa en la que a través de una prueba se comprueba que el alumnado ha adquirido una serie de conocimientos. Existen en la bibliografía varios trabajos (Vallés, Martínez & Romero, 2018; Cruz, Saunders-Smiths & Groen, 2020; Menzala et al., 2023) que proporcionan orientaciones e instrumentos que se pueden emplear para llevar a cabo la evaluación, más allá de los tradicionales exámenes, como por ejemplo la observación del profesor en clase o los portfolios (Turbino et al., 2020).

En un entorno laboral cambiante como el actual, las competencias transversales toman una especial relevancia (Ramos, 2017; Mahmood, Abbas & Hasan, 2016), siendo el desarrollo

de las mismas un elemento clave en la educación en ingeniería (López-Fernandez, Alarcón & Tovar, 2016). En los diferentes planes de estudio de las universidades se pueden hallar descritas diferentes competencias transversales. Sirva como ejemplo el trabajo de Alemany et al. (2020) o las competencias genéricas comunes a los estudios de grado de la UPC (ICE-UPC, 2009).

Entre todas las competencias transversales, el trabajo en equipo es una de las más importantes para el éxito de los proyectos de ingeniería (Caballero-Hernández et al., 2020). De hecho, educadores, empleadores y profesionales consideran que el trabajo en equipo es una habilidad fundamental que deben poseer los estudiantes de ingeniería (Morales et al., 2019) y es una habilidad necesaria para la vida profesional de los estudiantes (Guijarro-Mata, Guijarro & Fuentes-Fernández, 2016).

La importancia del trabajo en equipo tanto en el proceso de aprendizaje como en el mundo laboral, justifica la implementación, cada vez más, de metodologías que impliquen el trabajo en equipo por parte del alumnado universitario, como el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje basado en proyectos combinado con el aprendizaje colaborativo, todas ellas en un entorno lo más parecido posible al mundo laboral. De este modo, se busca no sólo el desarrollo de competencias específicas, sino el desarrollo de estrategias cognitivas y habilidades propias del trabajo en equipo, de manera que su desarrollo forman parte de los objetivos de aprendizaje. En este sentido, el inventario de indicadores de trabajo en equipo (TWI) puede servir para fomentar la reflexión sobre el funcionamiento de uno mismo, del equipo y del grupo en general (Holen & Sortland, 2022).

La complejidad propia del trabajo en equipo en el que se dan gran número de interacciones provoca que la evaluación de las tareas colaborativas siga siendo un desafío (Caballero-Hernández et al., 2020) y no sea tarea fácil (Bosman et al., 2020). Una de las principales dificultades a abordar es cómo evaluar individualmente y de manera justa a los estudiantes cuando estos han realizado un trabajo en equipo si no se conoce la cantidad de trabajo que ha aportado cada uno (Friess & Goupee, 2020). Otros autores, establecen como principales dificultades del aprendizaje cooperativo la interdependencia positiva y la responsabilidad individual (Aranzabal, Epelde & Artetxe, 2019).

Más allá de las dificultades comentadas anteriormente, se deben considerar otros factores a tener en cuenta en el momento de implementar el trabajo en equipo como por ejemplo, cómo se agruparan a los estudiantes, qué rol o roles va a desarrollar cada estudiante, qué herramientas se les va a suministrar al alumnado para que puedan llevar a cabo el trabajo, cómo se van a estructurar y desarrollar las actividades, cómo se va a llevar a cabo el seguimiento de las actividades y la retroalimentación al alumnado o cómo se van a resolver los posibles conflictos que puedan surgir en los equipos. Todas estas cuestiones son indicadores de la complejidad y de la planificación que requieren las actividades orientadas a fomentar el desarrollo de esta competencia, y son a su vez, elementos que motivan la realización del presente trabajo.

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es conocer qué competencias se asocian a la asignatura de Proyectos en los estudios del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de las cuatro universidades politécnicas españolas y conocer qué instrumentos se pueden emplear para fomentar y evaluar el desarrollo de una de las competencias común a las cuatro universidades como es el trabajo en equipo.

3. Método de investigación

La metodología aplicada con el fin de lograr los objetivos propuestos, se desarrolló en cuatro etapas:

1. Obtención de las guías docentes de la asignatura de Proyectos de las cuatro universidades politécnicas españolas. En la tabla 1 se muestran las páginas web utilizadas para la consulta de las guías docentes:

Tabla 1: Páginas web de consulta de las guías docentes

Universidad	Páginas web de las guías docentes
Universidad Politécnica de Madrid	https://bit.ly/3VjkuqG
Universidad Politécnica de Catalunya (campus de Terrassa)	https://bit.ly/4caaPc2
Universidad Politécnica de Valencia	https://bit.ly/3THqOWH
Universidad Politécnica de Cartagena	https://bit.ly/3TCB2Zr

2. Análisis y comparativa de las guías docentes en relación a las competencias transversales especificadas.

3. Búsqueda bibliográfica sobre instrumentos para el desarrollo y evaluación del trabajo en equipo.

4. Análisis de los resultados.

La fuente bibliográfica empleada fue la base de datos *Web of Knowledge* introduciendo en el campo *Topic* los términos *teamwork + assessment + engineering* y estableciendo un periodo comprendido entre 2016-2024.

4. Resultados

Presentaremos los resultados en los tres grandes bloques (etapas 2, 3 y 4) comentados en el punto anterior.

4.1. Competencias transversales establecidas en la asignatura de Proyectos

A continuación, en la tabla 2 se muestran las competencias generales y transversales asignadas a la asignatura de Proyectos establecidas en las guías de estudio de las cuatro universidades politécnicas, así como la metodología de trabajo para el desarrollo de estas competencias.

En este apartado cabe comentar que se han incluido además de las competencias transversales las competencias generales, puesto que según la universidad se incluyen en el plan de estudios las competencias transversales, las generales o ambas. Así por ejemplo, la competencia de comunicación oral y escrita en algún plan de estudios se presenta como competencia general y en otro como competencia transversal. Se constata, por tanto, que no existe una uniformidad en la asignación de competencias transversales en las cuatro guías de estudio analizadas. Asimismo, al observar el apartado de metodología de la tabla 2 se puede evidenciar como a lo largo de la asignatura de proyectos impartida en las cuatro universidades de estudio el alumnado trabaja en grupo, pero no en todas los planes de estudios se especifica el trabajo en grupo como competencia asociada a esta asignatura.

Tabla 2: Competencias transversales asignadas a la asignatura de Proyectos

Universidad	Competencias genéricas o transversales	Metodología	Evaluación
Universidad Politécnica de Madrid	<p><u>Competencias genéricas</u></p> <p>Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería. Industrial.</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.</p> <p>Comprender el impacto de la Ingeniería Industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.</p> <p>Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p>Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.</p> <p>Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.</p> <p>Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.</p>	<p>Clases en aula convencional</p> <p>Aprendizaje basado en proyectos</p> <p>Prácticas y presentaciones grupales y otras dinámicas</p> <p>Pruebas individuales</p> <p>Prácticas de laboratorio</p>	<p>Examen escrito</p> <p>Prácticas y presentaciones grupales</p>
	<p><u>Competencias transversales</u></p> <p>Comunicación eficaz oral y escrita - Nivel 3: Comunicarse de manera clara y eficiente en presentaciones orales y escritas adaptadas al tipo de público y a los objetivos de la comunicación utilizando las estrategias y los medios adecuados.</p> <p>Trabajo en equipo - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.</p>	<p>Sesiones presenciales de exposición de los contenidos</p> <p>Sesiones presenciales de trabajo práctico (ejercicios y problemas)</p> <p>Trabajo en grupos colaborativos</p> <p>Trabajo autónomo para la realización del proyecto</p> <p>Trabajo autónomo de estudio</p> <p>Presentación oral</p> <p>Pruebas individuales</p>	<p>Examen escrito</p> <p>Ejercicios sesiones de teoría individuales o en grupo</p> <p>Documentación de la elaboración del proyecto grupal</p> <p>Presentación oral del proyecto realizado</p>
Universidad Politécnica de Catalunya			

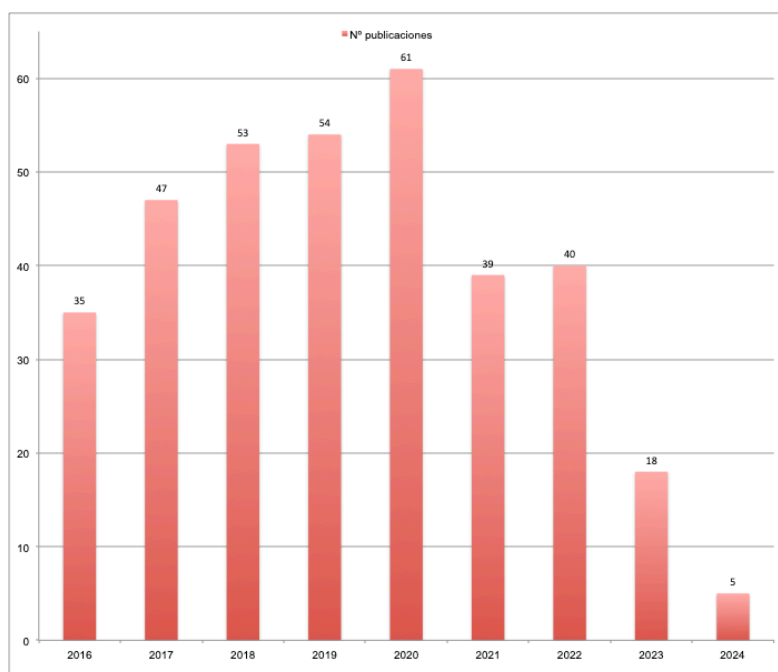
Universidad	Competencias genéricas o transversales	Metodología	Evaluación
Universidad Politécnica de Valencia	<u>Competencias genéricas</u> Comprender la responsabilidad ética que es necesario tener en cuenta en el desarrollo de la actividad profesional. Tomar decisiones y razonar de forma crítica.	Teoría de aula Prácticas de aula Trabajos académicos	Desarrollo de un proyecto que puede ir desde trabajos breves y sencillos hasta trabajos amplios y complejos
	Desarrollar la creatividad.	Pruebas escritas	Realización de tareas y prácticas en grupo
	Gestionar la información procedente de diversas fuentes y, en su caso, las herramientas informáticas de búsqueda y clasificación de recursos bibliográficos o de información mono o multimedia.	Prácticas de laboratorio en grupo Resolución de problemas y análisis de casos en el aula	
	<u>Competencias transversales</u> Compromiso social y medioambiental		Examen escrito
Universidad Politécnica de Cartagena	<u>Competencias generales</u> Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.	Clases en aula convencional Clases prácticas	Pruebas escritas sobre contenidos teórico-prácticos
	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.	Actividades de evaluación Tutorías	Elaboración de informes individuales
	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.	Trabajos individuales o en grupo	Resolución de casos y/o problemas de estudio trabajando en grupo
	Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.		
	<u>Competencias transversales</u> Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones		

Dada la relevancia que tiene la competencia de trabajo en equipo en el entorno laboral actual y que está presente de forma explícita o implícita en las cuatro guías de estudio, se realizó una búsqueda bibliográfica para conocer qué metodologías e instrumentos se pueden aplicar para fomentar el desarrollo de esta competencia en el alumnado universitario así como su evaluación.

4.2 Desarrollo y evaluación del trabajo en equipo

Al realizar la búsqueda bibliográfica en la base de datos *Web of Knowledge* se obtuvieron 352 artículos (consulta realizada el 12/3/2024). En la figura 1 se muestra su distribución por año de publicación en el período 2016-2024:

Figura 1: Distribución anual de trabajos relacionados con el trabajo en equipo



En la figura 1 se puede observar como ha habido un creciente interés hasta 2020 en el desarrollo y evaluación de esta competencia.

El total de artículos obtenidos, 352, fue sometido a una clasificación en dos grupos en función si los trabajos ponían el foco en fomentar o medir el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo en el alumnado de ingeniería o por el contrario ponían foco en otras cuestiones (desarrollo de programas, empleo de nuevas herramientas en el aula, etc.) en las que el trabajo en equipo intervenía de algún modo pero sin ser objetivo fundamental de estudio. Con la aplicación del anterior criterio, se obtuvieron dos grupos de trabajos, uno formado por 78 artículos que tal como se ha comentado, ponen foco en el desarrollo y/o evaluación del trabajo en equipo y un segundo grupo formado por 274 artículos que no tienen como objetivo fundamental el desarrollo y/o evaluación de esta competencia. De los 78 artículos se tuvo acceso a 28 trabajos completos.

La revisión de los trabajos que se focalizan en el desarrollo y/o evaluación del trabajo en equipo permite conocer cuáles son las principales metodologías que se aplican en el aula universitaria para fomentar el desarrollo de esta competencia así como los instrumentos de evaluación empleados.

Metodologías halladas en la revisión para el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo

Las principales metodologías para el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo indicadas en los trabajos analizados son:

1. El aprendizaje basado en proyectos
2. El aprendizaje basado en problemas
3. El aprendizaje basado en problemas + Aprendizaje colaborativo
4. El aprendizaje basado en equipos

5. El aprendizaje basado en retos en equipos

6. La resolución colaborativa de problemas

7. Estudio de caso

Como se puede observar en la lista anterior, se pueden combinar más de una metodología a la vez, como sucede por ejemplo en el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo o combinar características de ambas, de modo que en ocasiones resulta difícil distinguir una metodología de otra puesto que tienen rasgos comunes.

El objetivo final de estas metodologías es promover la integración del conocimiento con la práctica de la ingeniería, lo que se ha denominado como metodología CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) así como fomentar el aprendizaje activo y que los estudiantes compartan conocimiento entre ellos y lo utilicen para mejorar, a su vez, sus propios conocimientos. Se pretende conseguir un aprendizaje crítico y reflexivo por parte del alumnado, el cual valora y contrasta las aportaciones realizadas por el resto de miembros del equipo identificando posibles errores que se pueden cometer.

Como muestra, en la tabla 3 se recogen las metodologías especificadas en 22 de los 28 trabajos completos recopilados, teniéndose en cuenta que hay 6 de los 28 trabajos que no se centran específicamente en el estudio de aplicación de una metodología en concreto y no quedan reflejados en la tabla.

Tabla 3: Metodologías para el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo

Metodología	Número de trabajos
1. El aprendizaje basado en proyectos	10
2. El aprendizaje basado en equipos	6
3. La resolución colaborativa de problemas	3
4. Estudio de caso	3

En ocasiones, especialmente en los trabajos que tienen como objetivo el desarrollo de software, se combinan por ejemplo, el aprendizaje basado en proyectos con principios de filosofía *Agile*, de forma análoga a lo que sucede en un entorno laboral real.

También se hallan en la bibliografía algunas propuestas más innovadoras. Sirva de ejemplo hacer evolucionar el trabajo de fin de grado desarrollado tradicionalmente de forma individual, hacia un enfoque colaborativo de aprendizaje basado en retos a desarrollar entre equipos de estudiantes y valorando lo que ha hecho cada miembro del equipo. Otra opción planteada es el trabajo en equipo entre cursos o incorporar dentro del equipo una dinámica "Profesor-Aprendiz" en la que uno de los miembros asume el papel de profesor y el resto el de aprendices. Estos roles se revisan después de cada prueba de evaluación de manera que el alumno con la puntuación más alta entre los miembros del grupo es el que asume el rol de profesor. Se introduce además un sistema de incentivos para que el grupo vaya obteniendo bonificaciones grupales, diferentes para el profesor y los aprendices, y que computaran en la nota final de cada uno de los miembros, y que incorpora cierto nivel de competitividad dentro del equipo.

La aplicación de estas metodologías conlleva muchas veces el uso de herramientas TIC que apoyan todo el proceso. Así por ejemplo, resulta frecuente el uso de software para la gestión de proyectos como *Microsoft Project* o similares, el servicio web *Trello* o entornos

colaborativos en los que el alumnado pueda ir depositando sus trabajos y que posteriormente servirán de ayuda en la tarea de evaluación.

Finalmente, es importante apuntar como en algunos trabajos se plantea formar al alumnado en disciplinas como por ejemplo el trabajo en equipo eficaz previamente a la realización del trabajo en equipo. Disponer de estos conocimientos va a ayudar al alumnado a conocerse mejor a si mismo y mejorar la resolución de los posibles conflictos que pueden surgir durante el trabajo en equipo.

Evaluación del trabajo en equipo

La revisión de los trabajos, aporta una variedad de instrumentos que se pueden emplear para la evaluación del alumnado que desarrolla un trabajo o proyecto en equipo. Estos instrumentos suelen combinarse entre ellos llevándose a cabo una evaluación cualitativa y cuantitativa y buscan evaluar tanto el trabajo en equipo como la contribución individual. Esta es, tal como ya se ha comentado, una de las principales dificultades a abordar en el momento de evaluar, puesto que es difícil disponer de un sistema objetivo que asigne puntuaciones individuales en un entorno de trabajo en equipo.

Se hallan en la bibliografía algunas propuestas para dar solución a esta cuestión. Algunas de ellas sugieren llevar a cabo una evaluación semanal por pares de la contribución de cada miembro del equipo, lo que permite el cálculo de un factor de participación que a su vez posibilita escalar la calificación del equipo de acuerdo con el desempeño individual de cada estudiante (Friess & Goupee, 2020). Con este sistema los estudiantes de alto rendimiento obtienen calificaciones individuales más altas que el promedio del equipo y se penaliza a los estudiantes de bajo rendimiento que pretenden aprovecharse del desempeño del resto de miembros del equipo. Otras propuestas se basan en instaurar una regla de evaluación con el objetivo de penalizar a aquellos estudiantes con bajo compromiso (Bastarrica et al., 2019).

La evaluación cualitativa pone foco en evaluar el comportamiento y compromiso de cada estudiante que forma el grupo de trabajo. En este caso, suelen emplearse registros observacionales cumplimentados por el docente o por el resto de miembros del equipo (como por ejemplo el protocolo *COPUS*) y/o grupos focales (Kerestes, Clark & Wu, 2021; Karabulut et al., 2023), entrevistas (Karabulut et al., 2023; Reynders, 2019), portfolios (Turbino et al., 2020), documentos colaborativos escritos en línea compartidos por el equipo o el empleo de una Wiki (Caballero-Hernández et al., 2020) que aporte datos objetivos de las contribuciones e interacciones de los miembros del equipo. También se dispone de sistemas más sofisticados, como los que emplean software especializado en recoger datos del desempeño de cada estudiante (como por ejemplo el software *VIA* de *Watermark* que permite el envío de tareas e informar al alumnado sobre los resultados de la evaluación) (Auras et al., 2022) o el portal *GitHub* el cual es un servicio basado en la nube que aloja un sistema de control de versiones (VCS) llamado *Git*, que permite a los desarrolladores colaborar y realizar cambios en proyectos compartidos (Tushev, 2018; Raibulet & Arcelli, 2018; Del Águila, Cañadas & García, 2022; Parizi, Spoleini & Singh, 2018) a la vez que permite mantener un seguimiento detallado del progreso de cada proyecto. Este portal puede ayudar a los docentes a evaluar la contribución individual de los estudiantes de manera más objetiva. También destaca el uso de algoritmos de aprendizaje automático aplicados a las interacciones de los estudiantes cuando llevan a cabo la colaboración en línea, o software que recoge medidas de actividad de equipo.

La evaluación cuantitativa pretende en último término, evaluar el desempeño de cada estudiante, asignando puntuaciones a los trabajos realizados los cuales constituyen evidencias del aprendizaje. En este apartado, cabe distinguir entre el modo en que se van a conseguir estas puntuaciones (autoevaluación, heteroevaluación, evaluación entre pares) y

los instrumentos empleados para ello. Destaca la evaluación entre pares como una de las modalidades de evaluación más citada en los trabajos donde se evalúa el trabajo en equipo. Asimismo, se recoge algún trabajo en el que se plantea la utilización del método CTMTC (*Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence*) en el que se van recogiendo evidencias continuas del trabajo individual y grupal del equipo empleándose herramientas TIC's para su posterior análisis.

A nivel de instrumentos, destacan los cuestionarios de seguimiento empleados para evaluar conocimientos adquiridos o para recoger información sobre el trabajo en equipo así como el empleo de inventarios de indicadores de trabajo en equipo. También se suelen emplear encuestas al final del proceso para recoger la opinión del estudiante sobre la experiencia de colaboración, las actividades del curso y los resultados de aprendizaje.

Otro de los instrumentos ampliamente utilizados son las rúbricas, empleadas para medir tanto el trabajo en equipo como el desempeño individual.

A nivel representativo, se muestran en la tabla 4 los instrumentos de evaluación especificados en 25 de los 28 trabajos completos recopilados. En la confección de esta tabla se ha tenido en cuenta que en algunos trabajos se emplean más de un instrumento y que en 4 de los trabajos se emplean métodos e instrumentos propios desarrollados por los autores de los trabajos y que no son los estándares.

Tabla 4: Instrumentos de evaluación del trabajo en equipo

Instrumento de evaluación	Número de trabajos
Cuestionario	7
Rúbrica	6
Encuesta	5
Test	2
Examen	2
TWI	1
CTMTC	1
CATME	1

TWI: *The Teamwork Indicator*

CTMTC: *Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence in Engineering Domain*

CATME: *Comprehensive Assessment of Team Member Effectiveness*

Como se puede observar en la tabla 4, una de las herramientas empleadas es la encuesta de evaluación integral de la efectividad de los miembros de equipo (*CATME*) desarrollada originalmente para su uso en ingeniería y que se emplea en entornos de aprendizaje para determinar las percepciones de los estudiantes sobre el trabajo en equipo, evaluar la efectividad de los miembros del equipo y demostrar competencia colaborativa. Ésta es una de las herramientas más citada en los trabajos (Ahuja et al., 2020; Thompson, 2017; Bosman et al., 2020; Earnest, 2021; Ferguson et al., 2018; Mahmood, Abbas & Hasan, 2016; Vasquez-Guardado et al., 2020; Fonseca et al., 2020; Berry, Huang & Exter, 2023; Baughman, Hassall, & Xu, 2019; Brown et al., 2023; Kerestes, Clark & Wu, 2021; Reiter-Palmon, 2020). Asimismo, esta herramienta también facilita al docente la creación de los grupos, al agrupar automáticamente a los estudiantes en sus equipos más adecuados en función de más de 25 criterios y otros factores académicos y no académicos.

5. Conclusiones

Del análisis de las guías docentes se desprende que existe cierta heterogeneidad en la asignación de competencias transversales en la asignatura de proyectos de las cuatro universidades politécnicas españolas. A pesar de ello, el trabajo en equipo es la metodología empleada en el desarrollo de la asignatura de forma común en todas ellas. Respecto a esta cuestión, quizás resultaría de interés analizar también las guías docentes de otras titulaciones diferentes a la del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales o incluso del mismo grado pero de otras universidades no politécnicas donde también se oferta la asignatura de Proyectos, para así poder comparar los resultados.

Los numerosos trabajos recopilados en los últimos años acerca del desarrollo y evaluación de la competencia de trabajo en equipo es una evidencia clara del interés existente en estudiar y analizar esta competencia y de los esfuerzos que se están realizando para encontrar las mejores metodologías para su desarrollo y evaluación.

Se dispone de varias metodologías que fomentan el trabajo en equipo en el aula. Todas ellas requiere de un cierto grado de planificación, puesto que son numerosos los factores que van a condicionar el éxito del proceso de aprendizaje. Desde la manera en que se configuran los equipos de trabajo, hasta las posibles necesidades formativas del alumnado a nivel de gestión emocional y resolución de conflictos, van a determinar la evolución más o menos favorable en el desarrollo de esta competencia.

Respecto a la evaluación, queda recogida en los trabajos de forma reiterada, la llamada que hacen los autores sobre la necesidad de encontrar una metodología objetiva que permita evaluar a cada alumno de forma individual a pesar de desarrollar un trabajo en equipo. En este sentido, las herramientas TIC resultan de apoyo en este proceso, permitiendo recoger evidencias del proceso de aprendizaje del alumnado y estimar las contribuciones al resultado final que ha realizado cada uno.

De lo anteriormente expuesto, se deduce que para el desarrollo de esta competencia, se recomienda hacer una planificación previa exhaustiva que tenga en cuenta entre otros factores, la gestión de las emociones por parte de los componentes del grupo puesto que muchas veces el alumnado no dispone de las habilidades necesarias para gestionar los conflictos las cuáles le resultarían de utilidad en su desarrollo profesional. Asimismo, para la evaluación se recomienda emplear herramientas TIC que faciliten la gestión de la información generada a lo largo de todo el proceso puesto que la información recopilada suele ser abundante, se debe obtener una nota individual para cada alumno, y el número de alumnos que cursan la asignatura suele ser numeroso. Además, el empleo de un registro puede emplearse para justificar la calificación otorgada.

Posiblemente, la continua evolución tecnológica llevará en los próximos años a estudiar el empleo de nuevas herramientas para el desarrollo de esta competencia clave en el mundo laboral actual, así como la posibilidad de evaluar el trabajo realizado de una forma que implique una menor carga de trabajo para el docente y pueda realizarse de una forma más transparente y objetiva. En este sentido, sería interesante en futuros trabajos explorar la posibilidad del empleo de la inteligencia artificial para el desarrollo y/o evaluación de esta competencia.

6. Referencias

- Ahuja, R., Khan, D., Tahir, S., Wang, M., Symonette, D., Pan, S., Stacey, S., & Engel, D. (2020). Machine Learning and Student Performance in Teams. En R. Goebel, Y. Tanaka y W. Wahlster (Ed.). *21st International Conference (AIED)*. (pp.301-305). Ifrane, Morocco. doi: 10.1007/978-3-030-52240-7_55.
- Aleman, M.M.E., Villanueva, J.F., Vallés, A., & García-Serra, J. (2020). Web based on e-learning objects as support to the development of transversal competences for engineering students. En L. Gómez, A. López e I. Candel (Ed.). *14th International Technology, Education and Development Conference (INTED)*. (pp.2227-2235). Valencia, España. doi: 10.21125/inted.2020.0686.
- Aranzabal, A., Epelde, E., & Artetxe, M. (2019). Monitoring questionnaires to ensure positive interdependence and individual accountability in a chemical process synthesis following collaborative PBL approach. *Education for Chemical Engineers*, 26, 58-66. doi: doi.org/10.1016/j.ece.2018.06.006.
- Auras. R., Bix. L., Xu, D., Weir, C., Daum, M., Almenar, E., Brann, A., Iwaszkiewicz, R., Kamdem, D., Mahmoudi, M., Marshall, J., Mohiuddin, M., Rabnawaz, M., Joodaky, A., & Lee, E. (2022). Mapping class learning outcomes of the core curriculum to university learning goals at Michigan State University's School of Packaging. *Packaging Technology and Science*, 36, 293-305. doi: 10.1002/pts.2712.
- Bastarrica, M.C., Perovich, D., Gutiérrez, F.J., & Marques, M. (2019). A Grading Schema for Reinforcing Teamwork Quality in a Capstone Course. *IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE-Companion)*. (pp. 276-277). Montreal, QC, Canada. doi: 10.1109/ICSE-Companion.2019.00112.
- Baughman, J., Hassall, L., & Xu, X. (2019). Comparison of student team dynamics between nonflipped and flipped versions of a large - enrollment sophomore design engineering course. *Journal of Engineering Education*, 108(1), 103-118. doi: 10.1002/jee.20251.
- Berry, F.C., Huang, W., & Exter, M. (2023). Improving Accuracy of Self-and-Peer Assessment in Engineering Technology Capstone. *IEEE Transactions on Education*, 66(2), 174-187. doi: 10.1109/TE.2022.3208219.
- Bosman, L.B., Keller, J.C., Mentzer, N., & Sparkling, A.E. (2020). Applying Multiple Modes of Assessment to Evaluate the Team Work Competence. *International Journal of Engineering Education*, 36(1B), 317-327.
- Brown, N. (2021). Assessing individuals within teams in project-based learning courses — Strategies, evaluation and lessons learnt. (2021). En T. Klinger, C. Kollmitzer y A. Pester (Ed.). *12th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. (pp.846-850). Viena, Austria. doi: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453881.
- Brown, B., Fudolig, M., Brown-Brandl, T.M., & Keshwani, D.R. (2023). Impacts on Teamwork Performance for an Engineering Capstone in Emergency Remote Teaching. *Journal of the ASABE*. 66(2): 263-274. doi: 10.13031/ja.15265.
- Caballero-Hernández, J.A., Balderas, A., Palomo-Duarte, M., Delatorre, P., Reinoso, A.J., & Doderó, J.M. (2020). Teamwork Assessment in Collaborative Projects Through Process Mining Techniques. *International Journal of Engineering Education*, 36(no. extra 1A), 470-482.
- Cifrian, E., Andrés, A., Galán, B., & Viguri, J.R. (2020). Integration of different assessment approaches: application to a project-based learning engineering course. *Education for Chemical Engineers*, 31, 62-75. doi: 10.1016/j.ece.2020.04.006.

- Cruz, M.L., Saunders-Smiths, G.N., & Groen, P. (2020). Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review. *European Journal of Engineering Education*, 45(5), 729-757. doi: 10.1080/03043797.2019.1671810.
- Del Águila, I.M., Cañadas, J., & García, J.R. (2022). Work-in-progress: A workflow for programming learning on remote version control repositories. En I. Kallel, H. M. Kammoun y L. Hsairi (Ed.). *13th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. (pp.1762-1764). Túnez, Tunisia. doi: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766559.
- Earnest, M., Madigosky, W.S., Yamashita, T., & Hanson, J.L. (2021). Validity evidence for using an online peer-assessment tool (CATME) to assess individual contributions to interprofessional student teamwork in a longitudinal team-based learning course. *Journal of Interprofessional Care*, 36(6), 923-931. doi: 10.1080/13561820.2022.2040962.
- Ferguson, D.M., Ohland, M.W., Lally, C., Somnooma, H.I., & Cao, Y. (2018). Evaluating the effect of different teamwork training interventions on the quality of peer evaluations. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. (pp.1-5). San Jose, CA, USA. doi: 10.1109/FIE.2018.8658782.
- Fidalgo, A., García, F.J., & Sein-Echaluce, M.L. (2019). Enhancing the main characteristics of active methodologies. A case with micro flip teaching and teamwork. *The International Journal of Engineering Education*, 35(no. extra 1B), 397-408.
- Fonseca, A., Guzmán, L., Fonseca, A.J., & Gutiérrez, L.D.C. (2020). Impact of Teamwork on Academic Performance of Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1912-1923.
- Friess, W.A., & Goupee, A.J. (2020). Using Continuous Peer Evaluation in Team-Based Engineering Capstone Projects: A Case Study, *IEEE Transactions on Education*, 63(2), 82-87. doi: 10.1109/TE.2020.2970549.
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). Tuning educational structures in Europe. Informe final Fase Uno. Universidad de Deusto. doi: 10.15581/004.5.26536.
- González, J., & Wagenaar, R. (2008). Universities' contribution to the Bologna Process. An introduction. Universidad de Deusto.
- Guijarro-Mata, M., Guijarro, M., & Fuentes-Fernández, R. (2016). A Clustering-Based Method for Team Formation in Learning Environments. En F. Martínez-Álvarez, A. Troncoso, H. Quintián y E. Corchado (Ed.). *11th International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems (HAIS)*. (pp.475-486). Sevilla, España. doi: 10.1007/978-3-319-32034-2_40.
- Hasan, M., Lodge, J.M., Azharul, K., & Khan, M.S.H. (2024). Exploring Students' Conceptions of Project-Based Learning: Implications for Improving Engineering Pedagogy. *IEEE Transactions on Education*, 67(2), 234-244. doi: 10.1109/TE.2023.3348523.
- Herro, D., Frady, K., & O'Hara, R. (2023). Exploring technical college student's collaborative problem solving and teamwork skills in multi-educational level engineering design teams. *European Journal of Engineering Education*, 48(6), 1291-1311. doi:10.1080/03043797.2023.2286315.
- Holen, A., & Sortland, B. (2022). The Teamwork Indicator – a feedback inventory for students in active group learning or team projects. *European Journal of Engineering Education*, 47(2), 230-244, doi: 10.1080/03043797.2021.1985435.

- ICE-UPC. (2009). Resumen sobre las competencias genéricas a implantar en los planes de estudios de grado de la UPC. <https://bit.ly/2VhIH5g>.
- Karabulut, A., Madson, K., Miner, N., Shane, J., & Burzette, R. (2023). Analysis of teamwork skill development in a flipped civil engineering course. *Computer Applications in Engineering Education*, 32, 1-23. doi: 10.1002/cae.22680.
- Kerestes, R., Clark, R., & Wu, Z. (2021). Enhanced Student Engagement through Teamwork, Gamification, and Diversity & Inclusion Best Practices in an Electromagnetics Course. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. (pp. 1-6). Lincoln, NE, USA. doi: 10.1109/FIE49875.2021.9637476.
- Kohn, K. Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Hagvall, O. (2020). From CDIO to challenge-based learning experiences-expanding student learning as well as societal impact?. *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 22-37. doi: 10.1080/03043797.2018.1441265.
- López-Fernández, D., Alarcón, P.P. & Tovar, E. (2016). Assessment and development of transversal competences based on student's autonomous learning. *7th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. (pp. 482-487). Abu Dhabi, United Arab Emirates. doi: 10.1109/EDUCON.2016.7474597.
- Lyu, Q., Chen, W., Su, J., & Heng, J. (2023). Collaborative like expert designers: An exploratory study of the role of individual preparation activity on students' collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 59, doi: 10.1016/j.iheduc.2023.100920.
- Mahmood, A., Abbas, M., & Hasan, A. (2016). Redesigning the way teams work smarter using comprehensive assessment of team member effectiveness (CATME). Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). (pp. 1713-1718). Honolulu, HI, USA. doi: 10.1109/PICMET.2016.7806768.
- Marcinauskas, L., Ilijinas, A., Čyviene, J., & Stankus, V. (2024). Problem-Based Learning versus Traditional Learning in Physics Education for Engineering Program Students. *Education Sciences*, 14, 154. doi: 10.3390/educsci14020154.
- Menzala-Peralta, C., Ortega-Menzala, E., Menzala, R.M., & Solís, B. (2023). Evaluación basada en competencias en educación superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(28), 836-851. doi: 10.33996/revistahorizontes.v7i28.558.
- Morales, P. (2017). Assessment of attitudinal components of teamwork in a hybrid PBL approach. En L. Gómez, A. López e I. Candel (Ed.). *10th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI)*. (pp.4296-4300). Sevilla. España. doi: 10.21125/iceri.2017.1141.
- Morales, J.M., Olea, B., Atencia, M., & Madrid, N. (2019). Fostering the cooperative learning of mathematics in engineering schools. En K. Cermakova y J. Rotschedl (Ed.). *7th Teaching & Education Conference*. (pp.131-143). London. doi: 10.20472/tec.2019.007.011.
- Necchi, S., Peña, E., Fonseca, D., & Arnal, M. (2020). Improving teamwork competence applied in the building and construction engineering final degree project. *The International Journal of Engineering Education*, 36(no. extra 1B), 328-340.
- Parizi, R.M., Spoletini, P., & Singh, A. (2018). Measuring Team Members' Contributions in Software Engineering Projects using Git-driven Technology. *48th Annual Frontiers in Education (FIE)*. (pp.1-5). San José, CA, USA. doi: 10.1109/fie.2018.8658983.

- Pérez, B., & Rubio, A.L. (2020). A Project-Based Learning Approach for Enhancing Learning Skills and Motivation in Software Engineering. *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE)*. (pp. 309-315). Trondheim, Norway. doi: 10.1145/3328778.3366891.
- Raibulet, C., & Arcelli, F. (2018). Collaborative and teamwork software development in an undergraduate T software engineering course. *The Journal of Systems & Software*, 144, 409-422. doi: 10.1016/j.jss.2018.07.010.
- Ramos, M. (2017). *Las competencias de los universitarios y las demandas del mercado laboral*. Obtenido el 26 de marzo de 2024 de Fundación para el Conocimiento madri+d y Fundación Europea Sociedad y Educación: https://www.madrimasd.org/sites/default/files/documents/Maria_Ramos.pdf
- Ramos-Rodríguez, R., Calle, M., Coronell, G., & Candelo, J.E. (2024). Transdisciplinarity and Team-Based Learning: Strategies for an Introductory Programming Course, *IEEE Transactions on Education*, 67(2), 317-326. doi: 10.1109/TE.2024.3367617.
- Reiter-Palmon, R. (2020). Collaborative Research: Using Complex Problem Based Learning in Undergraduate Engineering Classrooms to Prepare Creative Engineers with the Skills to Solve Global Problems. National Science Foundation. Division of Undergraduate Education.
- Reynders, G.J. (2019). *Developing Resources to Assess and Provide Feedback on Student Process Skills*. (Tesis, Universidad de Iowa, 2019). doi: 10.17077/etd.np4u-wg6j. Obtenido de <https://bit.ly/3PWsN8o>
- Rodríguez-Sánchez, M.C., Torrado-Carvajal, A., Vaquero, J., Borromeo, S., & Hernández-Tamames, J.A. (2016). An Embedded Systems Course for Engineering Students Using Open-Source Platforms in Wireless Scenarios. *IEEE Transactions on Education*, 59(4), 248-254. doi: 10.1109/TE.2016.2526676.
- Salinas-Hernández, U., Kock, Z.J., & Pepin, B. (2024). Mathematics students' self-reported resources used for solving real-life problems in a challenge-based modelling course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-26. doi: 10.1080/0020739X.2024.2327558.
- Teixeira, RLP., Silva, PCD., & Brito, MLD. (2019). Applicability of Active Problem Based Learning Methodologies in Engineering Courses. *Humanidades & Inovacao*, 6 (8), 138-147.
- Thompson, A. (2017). Fostering development of teamwork skills in an introductory engineering course, *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. (pp. 1-4). Indianapolis, IN, USA. doi: 10.1109/FIE.2017.8190551.
- Tubino, L., Cain, A., Schneider, J.G., Thiruvady, D., & Fernando, N. (2020). Authentic Individual Assessment for Team-based Software Engineering Projects. *42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*. (pp. 71–81). Seoul, South Korea. doi: 10.1145/3377814.3381702.
- Tushev, M. (2018). *Using GitHub in Large Software Engineering Classes: An Exploratory Case Study*. (Tesis, Universidad del Estado de Louisiana, 2018). doi: 10.31390/gradschool_theses.4709 . Obtenido de: https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses/4709
- Vallés, C., Martínez, L., & Romero, M.R. (2018). Instrumentos de evaluación: Uso y competencia del profesorado universitario en su aplicación. *Estudios Pedagógicos*, 44 (2), 149-169. doi: 10.4067/s0718-07052018000200149.

- Vasquez-Guardado, E.S., DeWitt, M.J., West, Z.J., & Elsass, M.J. (2020). Impact of Team Formation Approach on Teamwork Effectiveness and Performance in an Upper-Level Undergraduate Chemical Engineering Laboratory Course. *The International Journal of Engineering Education*, 36(no extra1B), 491-501.
- Von Davier, A.A., Hao, J., Lei, L., & Kyllonen, P. (2017). Interdisciplinary research agenda in support of assessment of collaborative problem solving: lessons learned from developing a Collaborative Science Assessment Prototype. *Computers in Human Behaviour* 76, 631-640. doi: 10.1016/j.chb.2017.04.059.
- Zachari, S., Ruis, A.R., Farrell, C., & Williamson, D. (2020). Assessing individual contributions to Collaborative Problem Solving: A network analysis approach. *Computers in Human Behavior*, 104, doi: doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.009.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

