



Evaluación de la Competencia Transversal de Comunicación en Alumnos de Ingeniería Mecánica a través de un Aula Interactiva

Evaluation of the Transversal Competence of Communication in Mechanical Engineering Students through an Interactive Classroom

J. Otegui Arruti^{1,2}, A. Zuriarrain Berasategui^{1,2}, R. Aldanondo Eciolaza^{1,2}, J.I. Vicente^{1,2}

¹Goierrri Eskola, Departamento de Ingeniería

²Mondragon Goi Eskola Politeknikoa

Campus de Goierrri

Arranomendia 2 - 20240 Ordizia – Gipuzkoa – España

(Recibido 12 de febrero de 2025, para publicación 29 de marzo de 2025)

Resumen – El desarrollo de competencias transversales, como la comunicación efectiva, es fundamental en la formación de ingenieros/as mecánicos/as, quienes deben colaborar y transmitir ideas técnicas de manera clara. Este trabajo presenta una propuesta de evaluación de estas competencias en estudiantes de grado en ingeniería mecánica mediante el uso de un aula interactiva. El aula interactiva diseñada para esta experiencia consta de cinco mesas-tablet y tres paredes táctiles, donde los estudiantes pueden interactuar y trabajar en equipo en tiempo real. Las mesas-tablet permiten a los alumnos desarrollar actividades colaborativas y acceder a contenidos digitales, mientras que las paredes táctiles facilitan la visualización y manipulación de gráficos técnicos, esquemas, planos, vídeos y presentaciones. Además, el aula está integrada con un sistema de computación en la nube, lo que permite almacenar y gestionar toda la documentación de manera centralizada. Esto facilita el acceso a material de referencia, proyectos y resultados de evaluación en cualquier momento, tanto para los estudiantes como para los profesores. La computación en la nube permite, además, la colaboración remota, posibilitando que los estudiantes y docentes accedan y trabajen en los mismos documentos sin importar su ubicación. Para evaluar el desarrollo de las competencias de comunicación, se emplearon autoevaluaciones de los estudiantes, centradas en recursos interactivos, el sistema en la nube, trabajo colaborativo y habilidades comunicativas y digitales. Un 83,8% de los estudiantes consideró que las mesas-tables y paredes táctiles mejoraron la comprensión del contenido técnico, y un 61,3% se sintió cómodo usándolas. El acceso a materiales en la nube fue valorado positivamente por el 87,1%, destacando su utilidad para gestionar archivos. Respecto al trabajo en equipo, el 75% calificó la colaboración como positiva, aunque la motivación mostró variabilidad: un 58,1% aumentó su participación, mientras que un 9,7% reportó una disminución. La habilidad para comunicar ideas técnicas mejoró significativamente ($p = 0.048$), pero las mejoras en el diseño de presentaciones visuales ($p = 0.058$) y el conocimiento de herramientas digitales ($p = 0.123$) no fueron significativas. Este enfoque demuestra ser efectivo y fácilmente replicable en otras instituciones y disciplinas. La implementación de un aula interactiva no solo mejora las competencias comunicativas, sino que también fomenta el trabajo en equipo, la adaptación a la tecnología, y la gestión eficiente de información, cualidades esenciales en el ámbito profesional de la ingeniería mecánica.

Palabras clave – Competencias transversales, Comunicación efectiva, Aula interactiva, Colaboración en equipo, Ingeniería mecánica

Abstract – The development of transversal competences, such as effective communication, is essential in the training of mechanical engineers, who must collaborate and convey technical ideas clearly. This study presents a proposal for evaluating these competences in undergraduate mechanical engineering students through the use of an interactive classroom. The interactive classroom designed for this experience includes five tablet-tables and three touch walls, enabling students to interact and collaborate in real-time. The tablet-tables allow students to

engage in collaborative activities and access digital content, while the touch walls facilitate the visualization and manipulation of technical graphics, diagrams, plans, videos, and presentations. Additionally, the classroom is integrated with a cloud computing system, which enables centralized storage and management of all documentation. This setup allows both students and instructors to access reference materials, projects, and evaluation results at any time. The cloud system also supports remote collaboration, enabling students and instructors to work on the same documents regardless of their location. To assess the development of communication competences, students completed self-assessments focused on interactive resources, the cloud system, collaborative work, and communication and digital skills. Results showed that 83.8% of students believed the tablet-tables and touch walls improved their understanding of technical content, and 61.3% reported feeling comfortable using them. Access to cloud materials was positively evaluated by 87.1%, highlighting its utility for file management. Regarding teamwork, 75% rated collaboration positively, although motivation levels varied: 58.1% reported increased participation, while 9.7% noted a decrease. The ability to communicate technical ideas improved significantly ($p = 0.048$), but improvements in the design of visual presentations ($p = 0.058$) and knowledge of digital tools ($p = 0.123$) were not statistically significant. This approach has proven effective and easily replicable in other institutions and disciplines. Implementing an interactive classroom not only enhances communication competences but also fosters teamwork, technological adaptability, and efficient information management—qualities that are essential in the professional field of mechanical engineering.

Keywords – Transversal competences, effective communication, interactive classroom, teamwork collaboration, mechanical engineering.

1. INTRODUCCIÓN

En el panorama actual de la educación en ingeniería, las competencias transversales de comunicación han adquirido una relevancia crítica debido a las demandas de un mercado laboral globalizado y la creciente interdisciplinariedad de los entornos profesionales. Aunque los ingenieros destacan por su sólida formación técnica, diversos estudios señalan que enfrentan limitaciones significativas en habilidades comunicativas, lo que restringe su capacidad para integrarse y sobresalir en contextos laborales complejos y multiculturales [1]. Y es que la comunicación efectiva es fundamental para el desempeño profesional de los ingenieros, ya que más del 60% de sus tareas involucran colaboración técnica y la presentación de información compleja a audiencias técnicas y no técnicas [2]. Además, organismos como ABET y EUR-ACE han destacado la comunicación como una competencia clave en la formación de ingenieros, vinculándola a estándares de acreditación y empleabilidad [3]. Wu *et al.* [4] también resaltan que la comunicación verbal y no verbal es crucial en un entorno laboral digitalizado. De manera similar, Beagon *et al.* [5] enfatizan que las competencias de comunicación son clave para abordar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como Ravesteijn *et al.* [6], que defienden la necesidad de que los ingenieros asuman un rol activo como agentes de cambio social.

Sin embargo, estudios recientes muestran que los métodos tradicionales de enseñanza y evaluación no logran desarrollar esta competencia de manera adecuada, debido a su enfoque limitado en presentaciones orales y ejercicios escritos sin retroalimentación estructurada [2], [3]. Asimismo, Lappalainen [7] destaca que, aunque las habilidades comunicativas son esenciales para el éxito profesional, las universidades tienden a priorizar los contenidos técnicos, dejando relegadas las competencias sociales y comunicativas a un segundo plano. En un análisis más específico, Srigayathridevi y Thamaraiselvi [8] identificaron deficiencias en áreas clave de comunicación entre estudiantes de ingeniería, como la escucha activa, la planificación de mensajes escritos y la interacción en contextos desconocidos. La investigación de Ortiz-Marcos *et al.* subraya la importancia de incorporar las competencias globales, que incluyen la comunicación intercultural y la capacidad de colaborar en entornos diversos, en los currículos de ingeniería [1].

En este contexto, la integración de tecnologías innovadoras como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) en la educación de ingeniería se presenta como una oportunidad para transformar las metodologías tradicionales de enseñanza. La RV y la RA permiten crear entornos de aprendizaje inmersivos e interactivos donde los estudiantes pueden desarrollar habilidades comunicativas de manera práctica, segura y contextualizada. Concretamente, los entornos de alta inmersión mejoran significativamente la motivación, el compromiso y la retención del aprendizaje al proporcionar experiencias realistas y participativas [9]. En este sentido, el Aula Interactiva se configura como un espacio que integra estas tecnologías avanzadas con herramientas colaborativas y dispositivos táctiles, facilitando una experiencia de aprendizaje dinámica y personalizada. A través de simulaciones, visualizaciones en 3D y la manipulación de modelos

virtuales, los estudiantes pueden explorar conceptos complejos, mejorar su expresión oral y estructurar presentaciones de manera más efectiva, optimizando así su proceso de aprendizaje en un entorno altamente estimulante. Plataformas como ImmerseMe, han demostrado ser efectivas para mejorar habilidades como la fluidez verbal, la pronunciación y la confianza en la interacción con interlocutores virtuales [10]. Desde el punto de vista de la comunicación, la RA permite el aprendizaje colaborativo y activo, ya que los estudiantes pueden interactuar con gráficos, planos y modelos tridimensionales mientras desarrollan y explican conceptos técnicos [11]. Esta interacción no solo fomenta la claridad y organización en la expresión oral, sino que también mejora la capacidad argumentativa y la comprensión de problemas técnicos. Además, la centralización de materiales y evaluaciones a través de sistemas en la nube mejora la accesibilidad y la gestión de la información tanto para estudiantes como para docentes [12].

A pesar de los avances mencionados, la implementación de estas tecnologías en la educación de ingeniería mecánica sigue siendo incipiente y presenta desafíos relacionados con su adopción, adaptación curricular y evaluación de su impacto en el aprendizaje. Se ha identificado que estas tecnologías pueden permitir la mejora de la competencia de comunicación en trabajos en equipo dado que supera dos limitaciones típicas de las presentaciones con diapositivas: la falta de interacción en las presentaciones en grupo mientras uno lleva a cabo la exposición y la ampliación del campo de visualización sin limitaciones al tamaño de la diapositiva.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar cómo estas tecnologías permiten a los estudiantes simular, practicar y perfeccionar sus habilidades de comunicación en contextos técnicos y colaborativos, y demostrar su eficacia como una solución replicable en otras instituciones y disciplinas. La metodología llevada a cabo hace uso de formularios y encuestas respondidas por 31 alumnos de 3er año del grado de Ingeniería Mecánica de Mondragon Unibertsitatea, así como de rúbricas específicas empleadas por los profesores para la evaluación de la comunicación escrita y oral. Los resultados obtenidos se han analizado estadísticamente mediante el software PSPP. Este enfoque busca no solo cerrar las brechas previamente identificadas, sino también emplear nuevos recursos tecnológicos y alinear la formación en ingeniería con las demandas actuales del mercado laboral y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

2. AULA INTERACTIVA

El concepto de Aula Interactiva no tiene una definición universal: engloba desde aulas equipadas con una pizarra táctil hasta aulas que incorporan la realidad virtual. En este apartado se define la infraestructura tecnológica y el sistema de computación en la nube que se han empleado en este trabajo.

2.1. Infraestructura tecnológica

El Aula Interactiva de este trabajo es un espacio de 10x12 m² en los que se ha instalado el sistema SIMMERSIVE®, una solución creada por DigaliX, el cual es un entorno de trabajo y aprendizaje que combina 5 mesas XTable con 3 paredes XWalls (sistema de proyección en paredes equipado con tecnología láser IR). Las mesas XTable son dispositivos de 47" interactivos y multiusuario que facilitan el trabajo colaborativo y que permiten compartir archivos entre mesas y con las paredes de la sala mediante sincronización Cloud. Las paredes XWalls cuentan con un proyector láser y sensorización de las paredes con tecnología infrarroja (IR) para permitir interacción. Toda esta infraestructura encendida se puede ver en la Fig. 1.



Fig. 1. Infraestructura tecnológica el aula interactiva.

2.2. Sistema de computación en la nube

Para el almacenamiento y acceso a los ficheros se emplea una cuenta de Google y se guardan los ficheros en Google Drive. Existe un administrador único que se encarga de la gestión de estos ficheros (en este trabajo se ha llamado a esta figura Profesor Administrador) y es la persona que recibe previamente los archivos que se van a emplear en el aula, crea la sesión y enciende/apaga el aula con el control centralizado en una tablet con sistema operativo Android. El flujo de ficheros, el orden que se sigue y su visualización en el aula se pueden observar de forma gráfica en la Fig. 2.

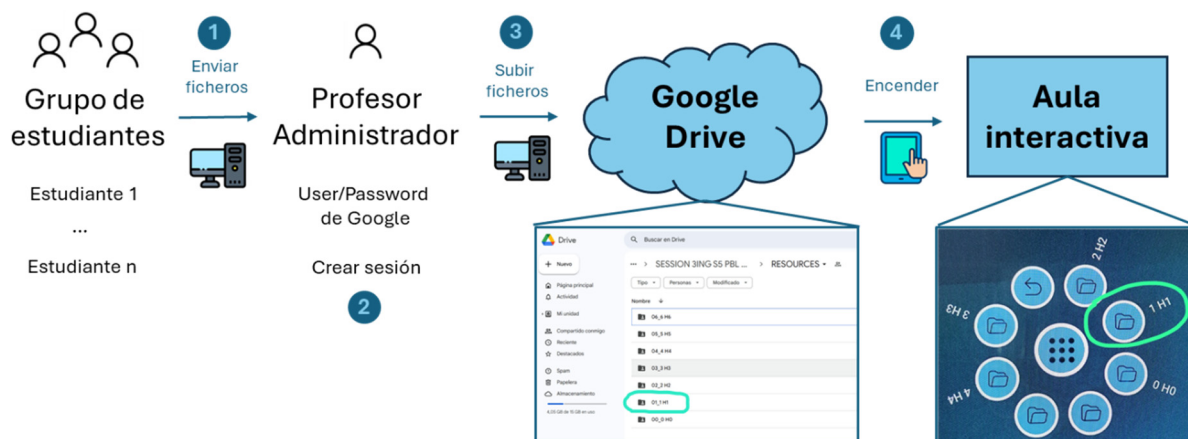


Fig. 2. Flujo de ficheros en la nube y visualización en el aula interactiva.

El acceso a los ficheros por parte de los alumnos se hace mediante las mesas XTable y las paredes XWalls dado que en estas se han cargado los ficheros de Google Drive al iniciar la sesión en el aula (Fig. 3). De esta forma cada alumno puede abrir/cerrar los ficheros de la sesión desde cualquier mesa o pared. Por otro lado, para permitir la evaluación instantánea de los profesores se han cargado las rúbricas de evaluación y

las hojas de cálculo para la calificación en Microsoft Dropbox, donde solamente tienen acceso los profesores que evalúan la presentación.

La interacción con los ficheros por parte de los alumnos se puede realizar a través de las mesas XTable y las paredes XWalls. Los alumnos puedan visualizar los ficheros en cualquier mesa y/o pared, incluso pueden enviar duplicado o vinculado el contenido a otra mesa y/o pared. Esto permite que mientras un alumno está presentando otro introduzca o retire contenido, aumente o reduzca el tamaño de la imagen, controle el volumen de reproducción del vídeo, etc. Por otra parte, el grupo de profesores visualiza los contenidos en un formato mayor que el que tendría una presentación por transparencias, así como en un entorno mucho más inmersivo, pero no visualiza lo que cada alumno tiene mostrado en las mesas, solo el mostrado en las paredes (Fig. 3).

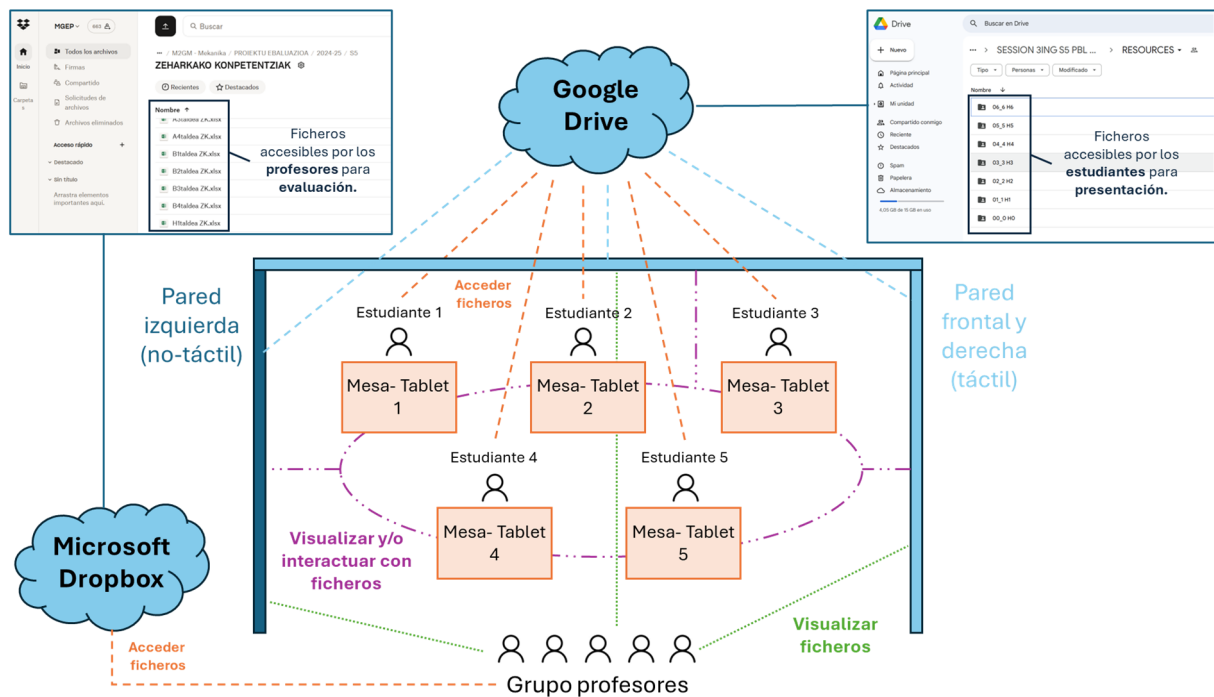


Fig. 3. Acceso, visualización e interacción de los ficheros por parte de los alumnos y los profesores en el aula interactiva.

3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

Este apartado describe el diseño del estudio, basado en la evaluación de competencias comunicativas de estudiantes de ingeniería mecánica mediante un proyecto desarrollado con metodología PBL. Se detallan la actividad realizada, los participantes y los instrumentos de evaluación. También se explica el proceso de recolección y análisis de datos, realizado con PSPP para identificar tendencias y correlaciones entre las variables clave.

3.1. Diseño del estudio

Actividad Objeto del Estudio

El estudio se centra en la evaluación de las competencias comunicativas de estudiantes de ingeniería mecánica a través de la presentación de un proyecto. Este proyecto tiene una duración de 8 semanas, durante las cuales los estudiantes han de diseñar el prototipo de un robot para resolver un desafío propuesto. El proyecto, desarrollado en el marco de la metodología de Project-Based Learning (PBL), combina trabajo colaborativo, redacción técnica y presentaciones orales, integrando el idioma inglés como medio de comunicación principal. El proyecto culmina con una presentación oral por grupos.

La presentación grupal tiene una duración máxima de 20 minutos y exige la participación de todos los miembros del equipo. Se desarrolla íntegramente en inglés, el idioma de trabajo del semestre, tanto para la redacción de la memoria como para las interacciones durante el proyecto.

Participantes

Los participantes en el estudio son 31 estudiantes de tercer año del grado en Ingeniería Mecánica de Mondragon Unibertsitatea. Cada grupo de trabajo está compuesto por 5 o 6 personas. Además, los profesores que han impartido clases magistrales a lo largo del semestre desempeñan un doble rol:

- **Expertos:** Evaluando los aspectos técnicos y comunicativos de los entregables y presentaciones.
- **Tutores:** Guiando el desarrollo del proyecto, ofreciendo orientación técnica y metodológica durante las semanas de trabajo.

La combinación de trabajo en equipo, evaluación grupal e individual, y el uso del inglés como idioma vehicular en el diseño y la presentación, proporciona un entorno realista y desafiante para la evaluación de las competencias comunicativas de los estudiantes.

3.2. Instrumentos de evaluación

Para evaluar la competencia de comunicación se lleva a cabo una autoevaluación de los estudiantes que se recoge en forma de formulario y que trata los siguientes aspectos:

- **Información personal:** Edad, género, ciudad o pueblo de residencia, estudios previos, experiencias laborales e internacionales, etc.
- **Conocimientos previos sobre comunicación y digitalización:** Experiencias previas en entornos interactivos, uso de herramientas digitales, autopercepción sobre su competencia de comunicación antes de utilizar el aula interactiva, etc.
- **Experiencia en el aula interactiva:** sensaciones de uso del aula, valoración del sistema Cloud para acceso a los ficheros, grado de colaboración alcanzado, etc.
- **Mejoras en la competencia de comunicación:** habilidad para comunicar ideas técnicas, habilidad para usar elementos gráficos, confianza en el uso de herramientas digitales, autopercepción sobre su competencia de comunicación después de utilizar el aula interactiva, etc.
- **Retroalimentación general:** Valoración de la experiencia educativa del aula interactiva y comentarios.

3.3. Proceso de recolección de datos

La recolección de datos se ha basado en varias fuentes principales: grabaciones de presentaciones orales, formularios y encuestas a los y las estudiantes y resultados obtenidos de rúbricas compartidas entre los profesores. Las grabaciones de presentaciones han capturado contenido, indicadores de comunicación no verbal y la interacción con la audiencia. Además, se han empleado formularios y encuestas para recoger percepciones y retroalimentación directa de los y las estudiantes sobre su experiencia a través de Google Forms. Las rúbricas, diseñadas de manera conjunta entre los profesores y organizadas en hojas de cálculo (Microsoft Excel), han permitido evaluar la calidad del contenido, creatividad y cumplimiento de objetivos de manera uniforme.

3.4. Proceso de análisis de resultados

Para analizar los resultados obtenidos a partir de los formularios y encuestas realizadas a los participantes, se ha utilizado el software PSPP [13]. Este programa de código abierto es una herramienta eficaz para realizar análisis estadísticos descriptivos e inferenciales, permitiendo extraer patrones y relaciones significativas de los datos recopilados. La elección de PSPP se ha fundamentado en su facilidad de uso, compatibilidad con formatos de datos estructurados y su enfoque en el procesamiento de datos estadísticos con funciones similares a IBM SPSS.

El objetivo principal del análisis ha sido identificar tendencias generales en las respuestas de los participantes y explorar posibles correlaciones entre las diferentes variables evaluadas. Para ello, los datos han

sido previamente limpiados y organizados en una estructura tabular que ha incluido identificadores anonimizados, categorías de respuestas y escalas de evaluación utilizadas en las encuestas. Este proceso garantiza la integridad de los datos y facilita su importación al software.

En primera instancia, se han realizado análisis descriptivos para resumir la distribución de las respuestas, incluyendo medidas de tendencia central (media y mediana) y dispersión (desviación estándar y rango intercuartílico). Posteriormente, se han llevado a cabo pruebas de hipótesis y análisis de correlación bivariada para examinar posibles relaciones entre las variables clave.

El análisis estadístico para evaluar las competencias de comunicación se ha realizado utilizando PSPP, una herramienta de software libre para análisis de datos estadísticos. Para cada competencia evaluada, se han comparado las puntuaciones otorgadas por los estudiantes antes y después del curso mediante una prueba-t para muestras emparejadas.

- **Revisión de la distribución de los datos:** Se ha evaluado la asimetría y la curtosis de las respuestas para entender la distribución de las puntuaciones antes y después del curso. También se ha utilizado la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos, lo que permite justificar el uso de pruebas paramétricas.
- **Cálculo de la diferencia en las medias:** Se han calculado las medias de las puntuaciones iniciales y finales para cada competencia. Se ha determinado el porcentaje de mejora para contextualizar los cambios observados.
- **Aplicación de la prueba-t para muestras emparejadas:** Se ha establecido la hipótesis nula (H_0): "No hay diferencia significativa en la media antes y después del curso". Se ha utilizado un nivel de significancia (α) de 0.05. También se han calculado los p-valores correspondientes a cada competencia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se recogen los resultados de las encuestas rellenas por los estudiantes tras utilizar el aula interactiva como medio para la presentación.

El perfil de los participantes está compuesto por 31 estudiantes de 3er año del grado en Ingeniería Mecánica de Mondragon Unibertsitatea (Fig. 4), con una edad promedio de 21 años (6,7% de mujeres y 93,3% de hombres). 25 estudiantes provienen de bachillerato (80,6%) y 4 de la formación profesional (12,9%).

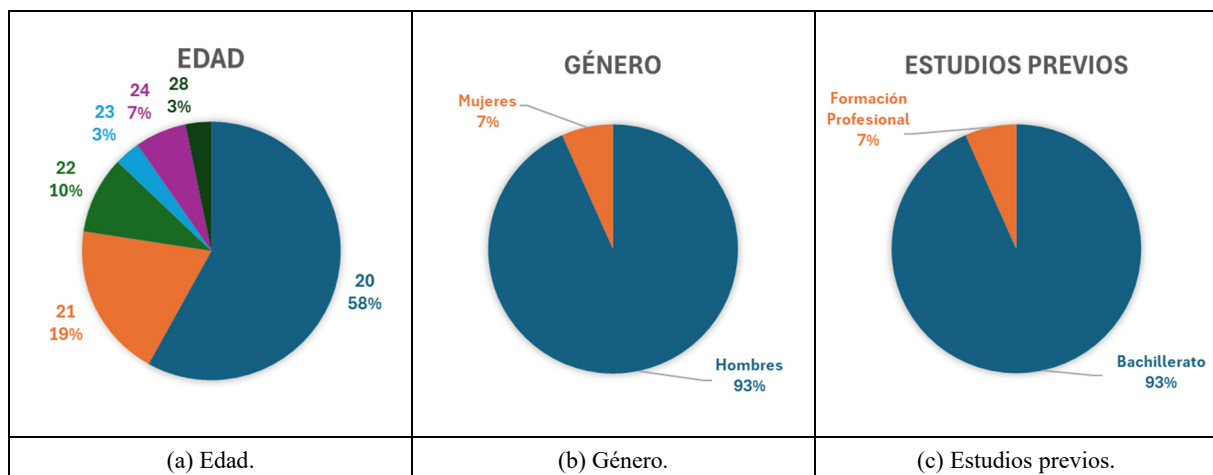


Fig. 4. Perfil de los participantes.

En cuanto a la importancia de la competencia de comunicación (Fig. 5), 20 estudiantes la han considerado *muy importante* (64,5%), 9 *importante* (29%) y 2 *moderadamente importante* (6,5%). Ahora, si bien casi todos (90,3%) tienen que presentar ideas técnicas a través de presentaciones a profesores, compañeros o

clientes *siempre*, *frecuentemente* u *ocasionalmente*, solo el 16,1 % de ellos se ha matriculado en algún curso específico de habilidades comunicativas.

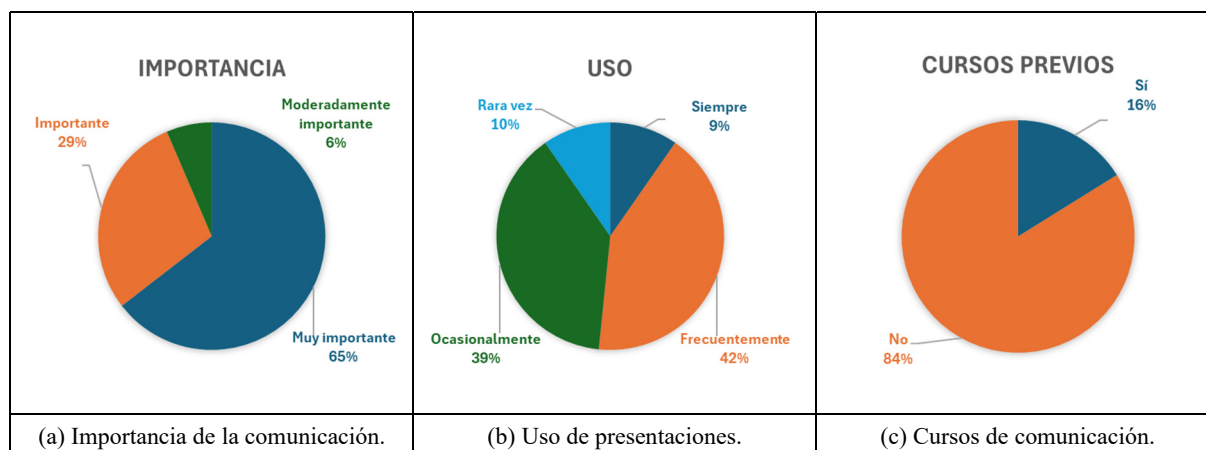


Fig. 5. Importancia, uso y conocimiento de la competencia de comunicación.

En lo referente al conocimiento y/o experiencia con entornos digitales, solo 3 estudiantes (9,7%) han indicado tener experiencia previa en aulas interactivas, aunque el 45,2% y el 35,5% de los estudiantes afirma que les resulta *familiar* o *ligeramente familiar* el uso de smartphones, tablets, paneles y paredes táctiles, etc., respectivamente.

4.1. Experiencia con los Recursos Interactivos

Los estudiantes evaluaron positivamente el uso de los recursos interactivos del aula, como las mesas-tables y las paredes táctiles. La mayoría de los participantes indicó sentirse cómodo (61,3%) o muy cómodo (22,6%) utilizando estos dispositivos durante las presentaciones. Además, el 83,8% de los estudiantes consideró que el uso de estos dispositivos ayudó significativamente a la audiencia a comprender el contenido técnico. Los participantes destacaron que la posibilidad de ampliar imágenes, señalar elementos clave en los diagramas y esquemas y el uso de un espacio más amplio facilitó la transmisión de ideas complejas.

4.2. Utilidad del Sistema en la Nube

El acceso a la documentación y proyectos a través del sistema basado en la nube fue valorado de manera positiva por el 87,1% de los participantes, quienes resaltaron su utilidad para gestionar archivos de manera centralizada y acceder a materiales en cualquier momento desde los diferentes dispositivos.

4.3. Trabajo Colaborativo y Motivación

El aula interactiva también influyó en la percepción del trabajo en equipo. Un 75% de los estudiantes calificó la colaboración con sus compañeros como colaborativa (54,8%) o muy colaborativa (38,7%), destacando que los recursos interactivos facilitaron la coordinación y la distribución de tareas dentro del grupo.

En cuanto a la motivación, el impacto fue más variable. Mientras que un 58,1% de los participantes indicó que el aula interactiva aumentó su motivación para participar activamente en parte, un 32,3% señaló que su motivación no se vio afectada y un 9,7% manifestó que el uso de la tecnología no cambió su nivel de involucramiento en las actividades, sino que llegó a reducirlo.

4.4. Desarrollo de Habilidades Comunicativas y Digitales

Para analizar el desarrollo de habilidades comunicativas y digitales, se han realizado autoevaluaciones antes y después del curso que como se explica a continuación, mostró mejoras en diversas competencias:

- **Habilidad para comunicar ideas técnicas en presentaciones orales:** Un 83,9% de los estudiantes reportó una mejora notable en su capacidad para presentar información técnica de manera clara y estructurada.
- **Uso de apoyos visuales (diagramas, esquemas, diapositivas, medios interactivos):** Un 80,6% de los participantes indicó una mejora y un 12,9% una mejora significativa, destacando que las herramientas interactivas facilitaron la organización y visualización de la información.
- **Confianza en el uso de herramientas digitales para presentaciones:** Un 71% de los estudiantes afirmó haber mejorado en el manejo de tecnologías como sistemas en la nube, paredes táctiles y mesas interactivas, junto con un 12,9% que respondió haberlo hecho de forma significativa. No obstante, el 16,1% afirma no haber mejorado su confianza en el uso de dichas herramientas.

El análisis de los datos obtenidos antes y después del uso del aula interactiva se llevó a cabo evaluando la normalidad de las respuestas mediante la prueba de Shapiro-Wilk (*i.e.* S-W). Esta prueba tiene como hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal, y su resultado se interpreta a través del p-valor. En este caso, dado que todos los p-valores obtenidos fueron mayores que el umbral típico de significancia de 0,05, no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que las respuestas pueden considerarse aproximadamente normales según la prueba de S-W, lo que permite la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas en el análisis posterior de los datos.

- **Conocimiento de herramientas digitales (sistemas en la nube, plataformas colaborativas, software de visualización):** Antes del curso, la puntuación media otorgada por los estudiantes a su conocimiento de estas herramientas fue de 6.90 sobre 10. Tras la experiencia en el aula interactiva, esta valoración aumentó a 7.33, reflejando una mejora del 6.23% en la familiarización y uso efectivo de estos recursos. La distribución de las respuestas de la Figura 6a muestra un predominio de valores altos (asimetría negativa de -1.24) y una mayor concentración de datos en un rango estrecho (curtosis positiva de 2.62). Esta distribución leptocúrtica indica que la mayoría de los estudiantes parte de un conocimiento de herramientas digitales similar. Sin embargo, la distribución de las respuestas de la Figura 6b tiene una asimetría menor (-0.22) y la distribución pasa a ser platicúrtica (curtosis negativa de -0.82), lo cual indica una dispersión más amplia de las respuestas y una mayor probabilidad de encontrar valores extremos, por lo que el efecto causado puede ser irregular. Tras realizar una prueba-t para muestras emparejadas donde se ha considerado como la hipótesis nula que no hay diferencia significativa en la media del conocimiento de herramientas digitales antes y después del curso, se ha obtenido un p-valor de 0.123, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar que la diferencia es significativa.

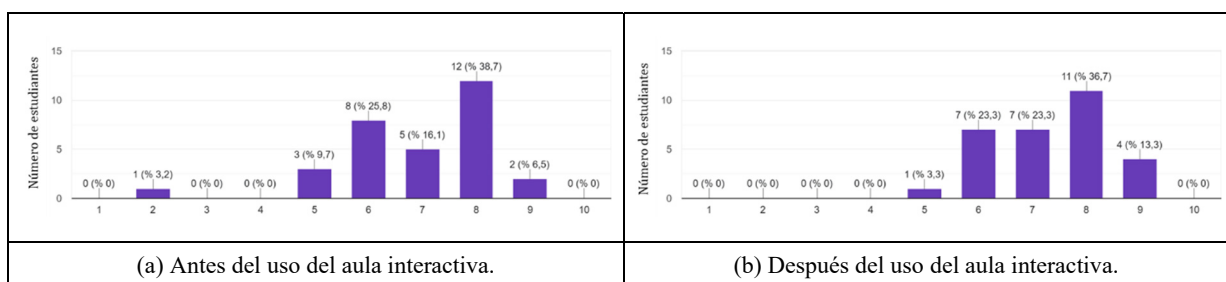


Fig. 6. Conocimiento de herramientas digitales (por ejemplo, sistemas en la nube, plataformas colaborativas digitales y software de visualización).

- **Capacidad para diseñar y estructurar presentaciones utilizando apoyos visuales:** Antes del curso, los estudiantes evaluaban su habilidad en 7.06 sobre 10, mientras que después de la experiencia en el aula interactiva esta puntuación ascendió a 7.32. Los participantes indicaron que el uso de las paredes táctiles y tabletas interactivas les permitió organizar la información de manera más clara y atractiva. En este caso, tanto las respuestas anteriores (Fig. 7a) como posteriores (Fig. 7b) muestran asimetría negativa (predominio de valores altos), pero la curtosis pasa de ser -0.21

(Fig. 7a) a 0.37 (Fig. 7b), lo cual evidencia el mismo efecto que en el conocimiento de herramientas digitales, pero menos acentuado. Tras realizar una prueba-t para muestras emparejadas donde se ha considerado como la hipótesis nula que no hay diferencia significativa en la media antes y después del curso, se ha obtenido un p-valor de 0.058, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar que la diferencia es significativa.

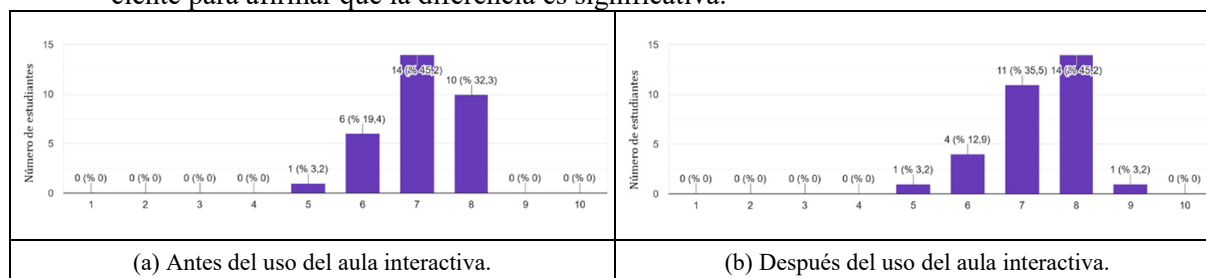


Fig. 7. Capacidad para diseñar y estructurar presentaciones utilizando apoyos visuales (e.g. diapositivas, diagramas, imágenes, esquemas).

- Habilidad para comunicar ideas técnicas en presentaciones orales:** Antes del curso, la puntuación media era de 7.00 sobre 10, mientras que después aumentó a 7.40, lo que sugiere una mejora del 5.71% en la capacidad de expresión, argumentación y seguridad al hablar en público. En este caso, tanto las respuestas anteriores (Fig. 8a) como posteriores (Fig. 8b) muestran asimetría y curtosis negativa, por lo que se puede interpretar que la mayoría de las estudiantes han notado una mejoría de forma uniforme. Tras realizar una prueba-t para muestras emparejadas donde se ha considerado como la hipótesis nula que no hay diferencia significativa en la media antes y después del curso, se ha obtenido un p-valor de 0.048, por lo que en este caso se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la mejora es estadísticamente significativa.

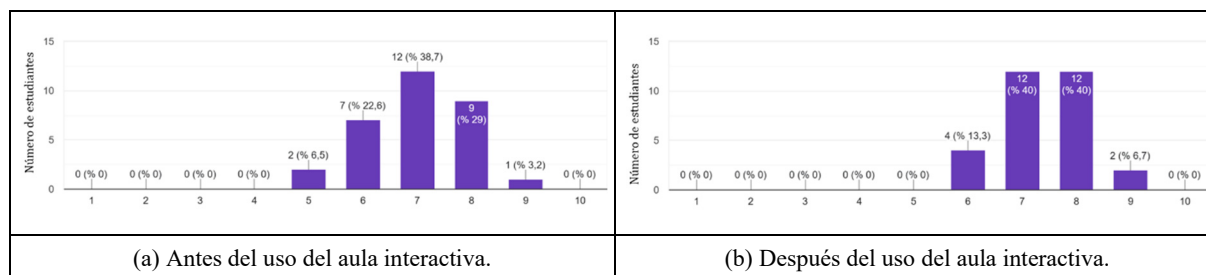


Fig. 8. Habilidad para comunicar ideas técnicas en presentaciones orales.

Por último, la sensación general de los estudiantes ha sido muy positiva: el 89,3% considera que sus habilidades de comunicación han evolucionado más allá de su conocimiento y experiencia previos en esta área. Además, la valoración media de la calificación de la experiencia de aprendizaje en el aula interactiva ha sido de 7.23 sobre 10, con una asimetría negativa de -1.81 y una curtosis positiva de 5.42, lo cual muestra que hay un predominio de valores altos y la mayoría de las valoraciones se centra entre 7 y 8. En cuanto a los comentarios remitidos por los estudiantes, se ha identificado que la mayoría de ellos consideran que han logrado exponer de manera más clara las ideas (4 comentarios recogidos), pero que les hubiera gustado tener más tiempo para preparar la presentación y hacer ensayos previos (2 comentarios recogidos).

5. CONCLUSIONES

Este trabajo ha evaluado el impacto del uso de un aula interactiva en el desarrollo de competencias comunicativas en estudiantes de Ingeniería Mecánica. La infraestructura tecnológica, basada en mesas interactivas (XTable) y paredes táctiles (XWalls), junto con un sistema de computación en la nube, ha permitido un entorno dinámico y colaborativo para la presentación de proyectos técnicos.

El estudio ha demostrado que el uso de un aula interactiva impacta positivamente en la experiencia de los estudiantes de Ingeniería Mecánica, especialmente en su comunicación técnica y el manejo de herramientas digitales.

En cuanto a la experiencia con los recursos interactivos, el 83,8% de los estudiantes consideró que las tablet-tables y paredes táctiles mejoraron la comprensión del contenido técnico, permitiendo una presentación más clara y estructurada. Además, un 61,3% se sintió cómodo con su uso, lo que refleja una buena integración de la tecnología en el aula.

El sistema en la nube fue valorado positivamente por el 87,1% de los estudiantes, destacando su utilidad para gestionar archivos y acceder a materiales de manera centralizada.

En cuanto al trabajo colaborativo y la motivación, el 75% de los participantes destacó que el aula facilitó la colaboración en equipo. Sin embargo, la motivación mostró respuestas variadas: un 58,1% indicó que el aula interactiva aumentó su participación, mientras que un 32,3% no percibió cambios y un 9,7% reportó una disminución en su motivación. Tras los comentarios recogidos, se intuye que tener más tiempo para ensayar y familiarizarse con el entorno podría mejorar este apartado.

Respecto al desarrollo de habilidades, la habilidad para comunicar ideas técnicas mejoró significativamente ($p = 0.048$), con un aumento de 7.00 a 7.40 en la puntuación media. Sin embargo, las mejoras en la capacidad para diseñar presentaciones visuales ($p = 0.058$) y el conocimiento de herramientas digitales ($p = 0.123$) no fueron estadísticamente significativas.

En conclusión, la integración de aulas interactivas favorece la comunicación oral y la colaboración, pero su impacto en el uso de herramientas digitales y apoyos visuales requiere mayor exploración. Como línea futura para una evaluación global de la competencia de comunicación se debería tener en cuenta la evaluación de profesores y/o expertos en comunicación con rúbricas previamente definidas y consensuadas para medir claridad, organización y argumentación en comunicación técnica en un aula interactiva. Esto se podría hacer por observación directa y análisis de las grabaciones en vídeo para evaluar la comunicación verbal y no-verbal. Sin embargo, presenta el reto de tener una presentación similar realizada previamente con los mismos grupos y un trabajo similar.

REFERENCIAS

- [1] Ortiz-Marcos, I., Breuker, V., Rodríguez-Rivero, R., Kjellgren, B., Dorel, F., Toffolon, M., Uribe, D., Eccli, V., "A Framework of Global Competence for Engineers: The Need for a Sustainable World". *Sustainability*, **12**(22), 9568 (2020)
- [2] Nikolic, S., Stirling, D., Ros., M., "Formative Assessment to Develop Oral Communication Competency Using YouTube: Self- and Peer Assessment in Engineering". *European Journal of Engineering Education*, **43**(4), 538-51 (2018)
- [3] García León, J., Conesa Pastor, J., García Cascales, M.S., García Martín, A., Herrero Martín, R., Solano Fernández, J.P., Vázquez Arenas, G., "Las competencias transversales en títulos de ingeniería y edificación: El caso de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) = Transverse competences in engineering and building degrees: The case of the Technical University of Cartagena (UPCT)". *Advances in Building Education*, **3**(2), 75 (2019)
- [4] Wu, Y., Xu, L., Philbin, S.P., "Evaluating the Role of the Communication Skills of Engineering Students on Employability According to the Outcome-Based Education (OBE) Theory". *Sustainability*, **15**(12), 9711 (2023)
- [5] Beagon, U., Kövesi, K., Tabas, B., Nørgaard, B., Lehtinen, R., Bowe, B., Gillet, C., Monrad Spliid, C., "Preparing Engineering Students for the Challenges of the SDGs: What Competences Are Required?", *European Journal of Engineering Education*, **48**(1), 1-23 (2023)
- [6] Ravesteijn, W., De Graaff, E., Kroesen, O., "Engineering the Future: The Social Necessity of Communicative Engineers". *European Journal of Engineering Education*, **31**(1), 63-71 (2006)
- [7] Lappalainen, P., "Communication as Part of the Engineering Skills Set". *European Journal of Engineering Education*, **34**(2), 123-29 (2009)
- [8] Srigayathridevi, K., Thamaraiselvi, R., "Communication Skills among the Final Year Engineering Students in an Autonomous Engineering College in Coimbatore, India: An Evaluation". *Journal of Nepalese Business Studies*, **3**(1), 114-19 (2007)

- [9] Dhimolea, T.K., Kaplan-Rakowski, R., Lin, L., “A Systematic Review of Research on High-Immersion Virtual Reality for Language Learning”, *TechTrends*, **66**(5), 810-24 (2022)
- [10] Bendeck Soto, J.H., Toro Ocampo, D.C., Beltrán Colon, L.C., Valencia Oropesa, A., “Perceptions of ImmerseMe Virtual Reality Platform to Improve English Communicative Skills in Higher Education”. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, **14**(07), 4 (2020)
- [11] Sirakaya, M., Alsancak Sirakaya, D., “Trends in Educational Augmented Reality Studies: A Systematic Review”. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, **6**(2), 60-74 (2018)
- [12] Cruz, M.L., Saunders-Smiths, G.N., Groen, P., “Evaluation of Competency Methods in Engineering Education: A Systematic Review”. *European Journal of Engineering Education*, **45**(5): 729-57 (2020)
- [13] <https://www.gnu.org/software/pspp/>