



Metodología 'Thinking Classroom' en enseñanza superior: aplicación en asignaturas de Ingeniería Mecánica

Francisco Romero-Sánchez¹, Rafael Agujetas¹, Francisco Javier Alonso Sánchez¹

¹ Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales, Universidad de Extremadura

La metodología "Thinking Classroom" es una estrategia de enseñanza diseñada para fomentar el pensamiento crítico, la participación y la resolución de problemas entre los estudiantes, en lugar de limitarse a la transmisión de conocimiento de manera pasiva. Esta metodología se basa en una serie de principios desarrollados por Peter Liljedahl, profesor de la Universidad Simon Fraser, que sugieren un enfoque más dinámico y constructivo, con éxito contrastado en matemáticas, pero aplicable a otras áreas. El objetivo de este trabajo es analizar cómo implementar esta metodología en una asignatura del Área de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Extremadura.

La asignatura, denominada Diseño y Ensayo de Máquinas se encuentra dividida en bloques: síntesis de mecanismos, análisis cinemático y dinámico para simulación en ingeniería, y ensayo de máquinas. El objetivo de la asignatura es que los estudiantes desarrollen las competencias necesarias para aplicar técnicas de síntesis y simulación en entornos de ingeniería. Para ello se han reestructurado las prácticas de la asignatura. En primer lugar, se ha cambiado el entorno de trabajo, del laboratorio de ordenadores al hiperaula disponible en la EII donde la disposición de mesas y pizarras móviles permite a los estudiantes trabajar en grupos pequeños y colaborar visualizando sus ideas en tiempo real. Con respecto a los grupos, para evitar la formación de grupos homogéneos o jerarquías dentro del aula, los estudiantes se agrupan al azar en cada sesión. Esto fomenta la interacción entre personas con diferentes niveles de habilidad, replicando un entorno de trabajo interdisciplinario y preparando a los estudiantes para situaciones reales en ingeniería mecánica, donde se requiere colaboración con distintos perfiles. Por último, con respecto al proceso de resolución de problemas el profesor actúa como facilitador centrando la toma de decisiones a partir de la reflexión continua y el aprendizaje compartido. Para ello, cada grupo debe justificar sus decisiones, documentar su proceso y presentar sus resultados. Este proceso de "aprender a aprender" es fundamental en el campo técnico, donde el análisis y la revisión de decisiones son esenciales para evitar errores en aplicaciones reales.

En lugar de solo evaluar el resultado final, se considera el proceso de pensamiento y la habilidad para justificar decisiones, lo cual es esencial en ingeniería, elaborándose rúbricas de corrección sobre el material generado por los alumnos durante dicho proceso. Esta evaluación continua contrasta con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde puede evaluarse el producto final del proyecto, y con Aprendizaje-Servicio, que incorpora el impacto en la comunidad como parte de la evaluación. A diferencia de ABP y A-S, esta metodología fomenta la exploración creativa y el pensamiento crítico, que son esenciales en ingeniería.

1. Introducción

En la enseñanza de la ingeniería, la transmisión pasiva de conocimientos en el entorno socioeconómico actual ha demostrado ser insuficiente para preparar a los estudiantes en la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones fundamentadas en contextos reales. La educación tradicional en esta disciplina se ha basado en clases magistrales donde los estudiantes asumen un rol pasivo, lo que dificulta el desarrollo de competencias clave como la creatividad, la colaboración y la capacidad de adaptación a problemas. Ante estos desafíos, las metodologías activas han emergido como estrategias fundamentales para mejorar el aprendizaje en ingeniería, promoviendo un enfoque centrado en el estudiante, donde la construcción del conocimiento ocurre a través de la experiencia, la indagación y la reflexión mejorando la retención del conocimiento y la motivación del estudiante [1].

Entre ellas, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha sido ampliamente adoptada en ingeniería. En ella, los estudiantes trabajan en la solución de problemas reales o simulados en lugar de ser meros receptores (pasivos) de información. Su efectividad ha sido demostrada en el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas [2]. El ABP fomenta el aprendizaje autónomo y la integración de conocimientos multidisciplinarios, aspectos esenciales en el campo de la ingeniería. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, el ABP también enfrenta desafíos significativos, como la necesidad de mayor tiempo para la planificación de actividades y la capacitación del profesorado para facilitar el aprendizaje de manera efectiva [3]. Además, su implementación puede verse limitada por el tamaño de los grupos, ya que en cursos con muchos estudiantes, proporcionar una supervisión efectiva se vuelve más difícil. Otro de los principales desafíos es el diseño adecuado de problemas que equilibren la carga de trabajo y permitan una evaluación justa de los resultados [4].

El Aprendizaje Cooperativo, por su parte, se fundamenta en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando trabajan en grupos pequeños para alcanzar un objetivo común. Esta metodología fortalece la comunicación, el liderazgo y la resolución de problemas en equipo se ha demostrado que mejora el rendimiento académico y el compromiso del estudiante [5]. El mayor problema en este tipo de metodología es la estructuración de los equipos. Se requiere un esfuerzo adicional en la elaboración de los grupos para su mayor equilibrio [6]. Además, es crucial que todos los miembros participen activamente, evitando que algunos estudiantes asuman un rol pasivo.

Desde el punto de vista del desempeño profesional el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) es otra metodología clave en ingeniería, ya que permite a los estudiantes desarrollar proyectos completos a lo largo del curso, integrando conocimientos y habilidades de distintas áreas. Investigaciones han indicado que esta metodología facilita una mejor comprensión de los conceptos técnicos y refuerza la motivación intrínseca de los estudiantes [6]. No obstante, su implementación puede presentar desafíos, especialmente en términos de evaluación del aprendizaje y del equilibrio entre la carga de trabajo de los estudiantes y los objetivos del curso.

El enfoque de la Clase Invertida ha ganado popularidad en la enseñanza en ingeniería, ya que permite a los estudiantes acceder al material teórico antes de la clase, utilizando el tiempo en el aula para resolver dudas y realizar actividades prácticas. Esta metodología mejora la participación y la comprensión de los contenidos en comparación con las clases magistrales tradicionales [7]. Un aspecto clave del éxito de la Clase Invertida es la disponibilidad de materiales adecuados para el autoaprendizaje y el compromiso de los estudiantes para revisar los contenidos antes de la clase. Además, el diseño de actividades interactivas en el aula es crucial para maximizar los beneficios de este enfoque [8]. El uso de esta metodología permite estructurar un entorno de aprendizaje más colaborativo, con una evaluación centrada en el proceso en lugar del producto final, lo que fortalece la capacidad de reflexión y argumentación de los estudiantes [9].

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una estrategia educativa que combina el aprendizaje académico con el impacto en la comunidad. Esta metodología se presenta como una forma de integrar la enseñanza de la ingeniería con la responsabilidad social. Mediante la resolución de problemas comunitarios, los estudiantes aplican sus conocimientos técnicos en contextos reales, reforzando la conexión entre la teoría y la práctica. Esta metodología no solo favorece la adquisición de competencias técnicas, sino que también mejora habilidades interpersonales, como el liderazgo y el trabajo en equipo. En el contexto de la ingeniería, esta metodología puede ser utilizada para resolver problemas reales de la sociedad, promoviendo el compromiso social y la aplicación de conocimientos técnicos en un contexto significativo [11]. Como contrapartida, la implementación del ApS en ingeniería puede ser complicada debido a la necesidad de coordinar proyectos con organizaciones externas y garantizar que los objetivos de aprendizaje sean alcanzados sin comprometer la calidad del servicio prestado. Además, la planificación de proyectos debe alinearse con los objetivos educativos sin comprometer la calidad del servicio brindado a la comunidad. Por último, la evaluación del aprendizaje en este contexto puede ser difícil de estandarizar, ya que los resultados dependen en gran medida de las interacciones entre estudiantes, profesores y organizaciones externas [12]. Otro reto es la integración de proyectos de ApS en los planes de estudio de ingeniería, dado que requieren una inversión considerable de tiempo y recursos tanto por parte de los docentes como de los estudiantes.

La metodología "Thinking Classroom", propuesta por Peter Liljedahl, introduce un enfoque basado en el pensamiento crítico y la exploración creativa. Su aplicación en ingeniería permite la formación de equipos de

trabajo dinámicos y promueve la toma de decisiones fundamentadas a través del debate y la justificación de soluciones. En este contexto, se ha evidenciado que su uso fomenta la autonomía del estudiante y mejora su capacidad de enfrentarse a problemas complejos del mismo modo que se plantea en escenarios con alta carga matemática [13,14]. La mayor dificultad de esta metodología es el cambio de mentalidad, por una parte, para el docente, que pasa de ser transmisor del conocimiento a facilitador del aprendizaje, y para los alumnos, la adaptación a un entorno de trabajo donde no hay respuestas directas y el proceso de aprendizaje requiere asumir responsabilidades, colaborar con compañeros de diferentes niveles y justificar continuamente sus decisiones, lo que puede generar frustración en quienes están habituados a métodos más tradicionales y estructurados.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo implementar esta metodología en una asignatura del Área de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Extremadura y su posible viabilidad a largo plazo.

2. Thinking Classroom

El enfoque de Peter Liljedahl está basado en más de 15 años de investigación en más de 400 aulas, donde Liljedahl identificó las prácticas que inhiben el pensamiento. Para fomentar el pensamiento crítico de los alumnos y su autonomía propuso alternativas para construir aulas que promuevan una participación activa y el aprendizaje profundo, transformando al alumno de mero receptor a actor en el proceso de aprendizaje y al profesor de transmisor de contenidos a facilitador del aprendizaje. Para ello estructuró la recomposición del aula en 14 prácticas clave, a introducir de manera progresiva (ver Figura 1).



Figura 1. Prácticas clave en el planteamiento de sesiones de grupo grande o prácticas según la metodología Thinking Classroom

Estas prácticas se pueden dividir en los siguientes bloques que abordan la problemática clásica en el diseño de actividades docentes y su posterior evaluación:

2.1. Diseño de la actividad

Las prácticas en este bloque están destinadas a cómo seleccionar, presentar y adaptar las tareas para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Entre ellas hay que definir el tipo de tarea a utilizar, seleccionándose tareas abiertas, no rutinarias y que inviten al alumno a reflexionar sobre lo que conocen y sobre lo que necesitan para llevarlo a cabo. Se seleccionan tareas denominadas low floor – high ceiling, en las que tienen cabida todos los alumnos: los estudiantes más destacados pueden explorar y realizar tareas que les supongan un reto, no existiendo límite superior; por otra parte, los alumnos con mayores dificultades pueden mantenerse dentro de la actividad e ir creciendo en ella a medida que superan los distintos escalones de dificultad propuestos. La presentación de las tareas debe despertar la curiosidad de los alumnos y debe estar relacionada con su futura labor. Para retener la atención de los alumnos se deben ir presentando pistas para mantener el flujo de pensamiento y proporcionar desafíos adicionales a quienes avanzan rápidamente. Por último, como extensión del proceso, se

deben redefinir las tareas de manera que supongan una extensión reflexiva del trabajo en clase más que una repetición mecánica.

2.2. Gestión del aula y del espacio

Este bloque está destinado a la gestión del aula, tanto a nivel físico como social, para maximizar la colaboración y dar visibilidad y protagonismo al proceso de razonamiento. La formación de los grupos debe ser totalmente aleatoria e igualmente debe ser rotativa entre sesiones. De esta manera se rompen las jerarquías establecidas en el aula y se fomenta la interacción diversa. El espacio de trabajo también se debe modificar para maximizar el proceso de la información y el pensamiento crítico. Liljedahl propone el uso mayoritario de superficies verticales (pizarras, ventanas, etc.) no permanentes. Con ello se visibiliza el pensamiento y permite a los alumnos compartirlo de manera más efectiva que en soporte clásico. El mobiliario, en estas condiciones, debe ser flexible y facilitar la movilidad, el trabajo en grupo y el acceso visual a las ideas de otros.

2.3. Interacción y autonomía del estudiante

La interacción entre el docente y el estudiante es un aspecto esencial en esta metodología. Recordemos que el profesor deja de ser un transmisor de conocimiento para transformarse en facilitador del aprendizaje y que el alumno pasa de ser un espectador a ser un elemento activo dentro del proceso. Para ello durante el proceso el profesor no puede ofrecer respuestas directas sino guiar con preguntas que fomenten la reflexión. El docente debe permitir que los estudiantes exploten y resuelvan los problemas antes de recibir ayuda. Del mismo modo el docente debe perder protagonismo en cómo y qué debe registrarse, enfocándose en lo que es útil para su aprendizaje.

2.4. Evaluación y consolidación del aprendizaje

La redefinición de los bloques anteriores conlleva a una redefinición de la evaluación y a la forma de consolidar el aprendizaje enfatizando el proceso y la reflexión. La lección se consolida con discusiones colectivas que resalten las estrategias empleadas en la resolución de los problemas, los errores que se han cometido y los aprendizajes clave. El sistema de calificación debe valorar el pensamiento crítico y el proceso y debe estar apoyado por rúbricas claras y transparentes que sean conocidas por los alumnos. Se recomienda implementar evaluaciones continuas que proporcionan retroalimentación inmediata y ajuste en el aprendizaje en tiempo real y valorar el proceso de pensamiento la colaboración y la justificación de decisiones más allá del resultado final.

3. Contextualización de la asignatura

La asignatura Diseño y Ensayo de Máquinas forma parte del Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. Es una asignatura obligatoria del primer semestre, con una carga de 4,5 créditos ECTS, encuadrada en el módulo de Tecnologías Industriales y, más concretamente, en la materia de Tecnología Mecánica. Su objetivo principal es dotar a los estudiantes de las competencias necesarias para abordar tanto el diseño como el ensayo de máquinas, integrando el análisis, la síntesis y la simulación de mecanismos, así como los sistemas mecánicos de control automático.

El contenido de la asignatura se estructura en cinco bloques principales: introducción al diseño de máquinas y mecanismos, síntesis de mecanismos, análisis cinemático y dinámico de sistemas mecánicos y máquinas y finalmente el ensayo de máquinas. Las actividades prácticas son fundamentales y están orientadas al uso de herramientas de simulación y análisis computacional, como el software CAE (Computer-Aided Engineering). Entre las competencias que se pretende desarrollar destacan la capacidad para diseñar y ensayar sistemas mecánicos, así como la habilidad para aplicar técnicas de simulación avanzadas en el ámbito de la ingeniería industrial.

El enfoque metodológico tradicional de la asignatura combina clases magistrales, resolución de casos prácticos y desarrollo de prácticas en laboratorios especializados. Se promueve el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el aprendizaje basado en proyectos vinculados a situaciones reales de la ingeniería. La evaluación incluye tanto pruebas teórico-prácticas como la realización y defensa de informes de prácticas, fomentando así una comprensión profunda y aplicada de los conceptos clave.

Se considera esta asignatura adecuada para implementar la metodología Thinking Classroom debido a su enfoque práctico y la necesidad de resolver problemas complejos que requieren un análisis motivado y toma de decisiones fundamentadas. El trabajo en grupos aleatorios simula entornos profesionales reales, fomentando la colaboración interdisciplinaria y la justificación de decisiones técnicas, mientras que el uso de herramientas de simulación y análisis computacional refuerza la conexión con la práctica industrial. Además, se promueve la continuidad en la realización de actividades prácticas, relacionado unas con otras, lo cual se alinea con la naturaleza del diseño mecánico, donde el análisis y la revisión son esenciales para el desarrollo profesional en ingeniería.

4. Implementación de la metodología

Dentro de la asignatura propuesta, se ha seguido esta metodología en las prácticas de ordenador. Una vez presentados y contextualizados los problemas de simulación cinemática y dinámica y su contextualización en ingeniería mecánica así como los conceptos teóricos que sustentan dichas simulaciones se solicitó a los alumnos la simulación de un mecanismo de retroceso rápido. Atendiendo a la diversidad de estudiantes que integran el curso, provenientes de distintas ramas de la Ingeniería (Mecánica, Electrónica y Automática, Química Industrial o Diseño Industrial) se proporcionó libertad para la realización de la simulación, pudiendo utilizar para ello en Matlab mediante programación, Solidworks o cualquier entorno CAE que permita la simulación o la herramienta Simmechanics de Simulink. Esta selección libre de la solución no coarta la capacidad de los estudiantes de trabajar en entornos que les son menos hostiles en función de su titulación de origen. La aleatoriedad en la conformación de los grupos en sesiones posteriores les obliga a introducirse en herramientas que no dominan para llegar al mismo resultado por vías alternativas.

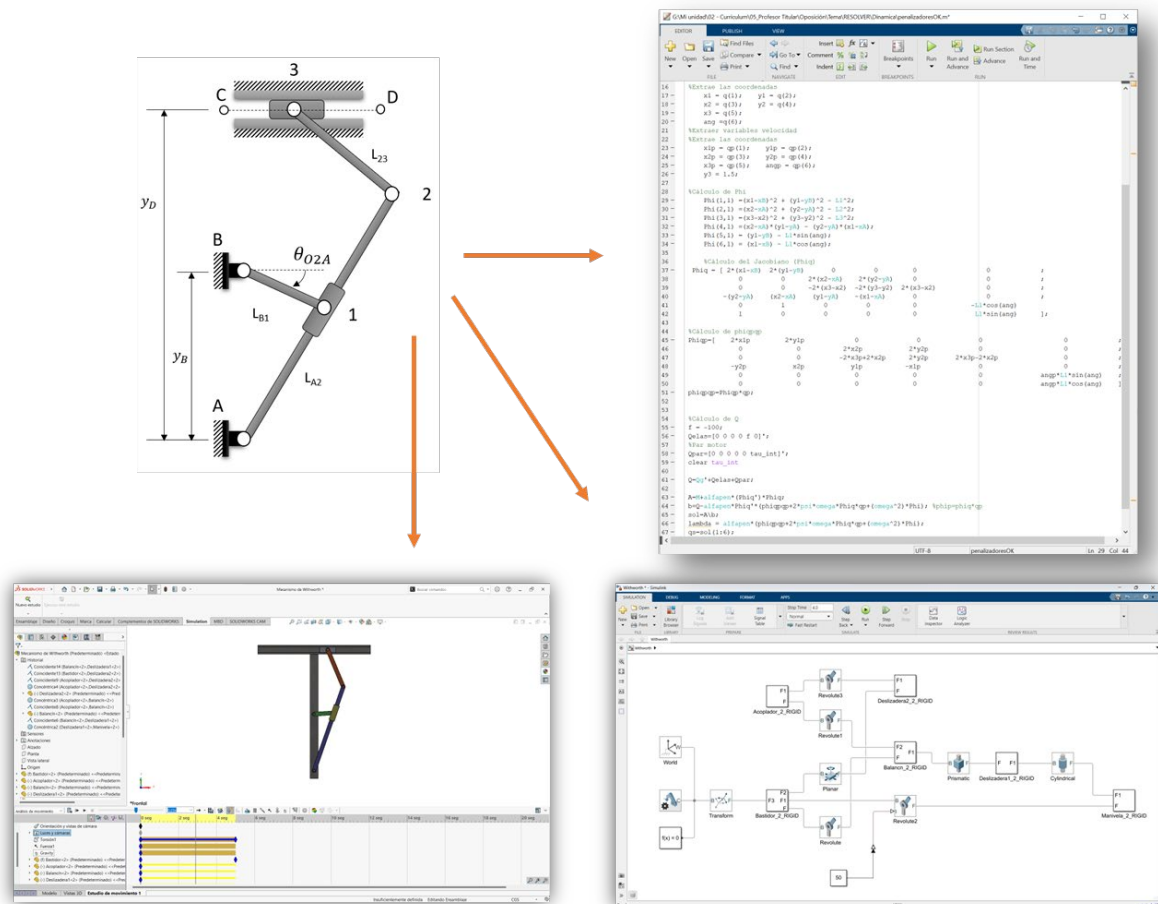


Figura 2. Propuesta de ejercicio para la simulación cinemática y dinámica. La resolución puede hacerse en Matlab mediante programación (superior derecha), en Solidworks o cualquier entorno CAE que permita la simulación (inferior izquierda) y utilizando la herramienta Simmechanics de Simulink (inferior derecha).

En cuanto a la distribución de los alumnos en el aula, dada la incompatibilidad de horarios con el uso de las dos hiperaulas con las que cuenta la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz (Figura 3), que es idónea para este tipo de actividades dada la modularidad de los puestos de trabajo y la disponibilidad de espacios verticales para plasmar las ideas sobre el proceso de programación, se optó por reconfigurar el espacio de docencia y el laboratorio de Ingeniería Mecánica. Se permitió a los alumnos el uso de bolígrafos de tinta borrrable sobre las superficies de los pupitres para plasmar de manera esquemática los objetivos y la configuración de las programaciones a realizar. Por último se fomentó el debate activo durante cada sesión de prácticas con preguntas relacionadas con los contenidos teóricos y desarrolladas durante la sesión de prácticas.

Para evaluar los resultados del aprendizaje, se han comparado los resultados de las evaluaciones en la convocatoria ordinaria con las equivalentes de años anteriores. Del mismo modo se realizó un cuestionario sobre el desempeño del alumno durante la realización de la actividad. Este cuestionario incluía una primera sección de datos demográficos y una segunda de cuestiones con respuesta múltiple relacionadas con el desarrollo de la actividad combinadas con cuestiones de texto libre para la identificación de puntos de mejora en cursos posteriores.

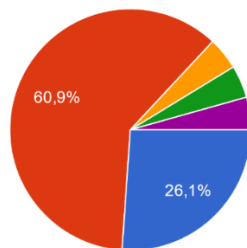


Figura 3. Superior: distribución de los alumnos en aula de Grupo Grande (izquierda) y laboratorio (derecha). Inferior: Espacios hiperaula de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz.

5. Resultados

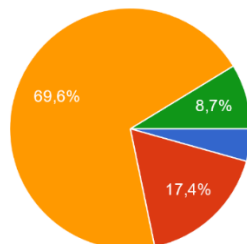
Se obtuvieron 23 respuestas válidas al cuestionario realizado. Participaron un 65,2% de varones frente a un 34,8% de mujeres, de los cuales un 73,9% se encontraba en el rango de edad propio del máster, entre 20 y 25 años, un 21,7% entre 26 y 30 años y el resto entre 31 y 35 años. De los encuestados, el 73,9% no trabaja actualmente frente al 26,1% que sí lo hace, dividido a partes iguales entre los que lo hacen a tiempo completo y a tiempo parcial. Por titulación de origen, el 34,6% provienen de Ingeniería Mecánica, el 26,1% de Ingeniería Electrónica y Automática, otro 26,1% de ingeniería Química Industrial y el 4,3% para cada una de las siguientes titulaciones: Ingeniería Eléctrica, Diseño Industrial y Grado en Tecnologías Industriales. A continuación, se muestran los resultados de las preguntas realizadas relacionadas con el desempeño de la actividad:

¿Qué aspectos de la sesión te parecieron menos efectivos comparados con una clase tradicional?
23 respuestas



- La falta de estructura o guía clara.
- El tiempo limitado para explorar todos los detalles del código.
- La dificultad de trabajar con diferentes compañeros en cada sesión.
- Falta de una pequeña explicación en una pizarra
- las dos primeras

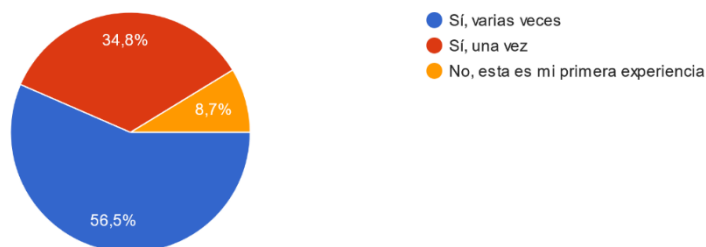
Experiencia previa en programación
23 respuestas



- Alta, utilizo programación frecuentemente en mi trabajo o estudios
- Moderada, he realizado algunos proyectos o cursos
- Básica, tengo conocimientos limitados
- Ninguna, es mi primera experiencia con programación

Has participado previamente en una clase que utilice metodologías activas (Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje-Servicio,...)

23 respuestas



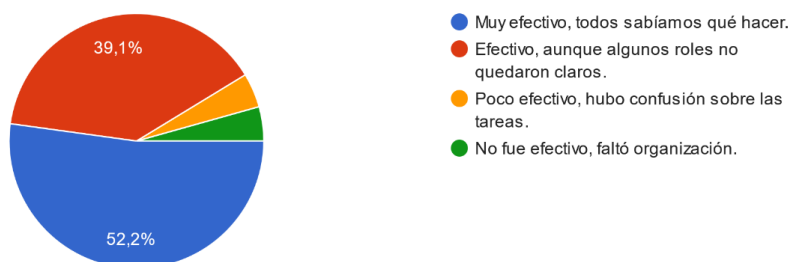
¿Cómo calificarías la colaboración dentro de tu grupo?

23 respuestas



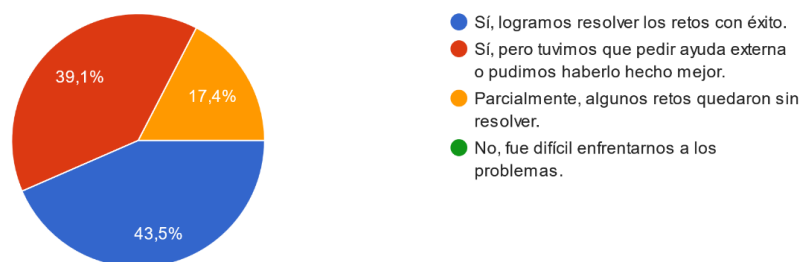
¿Qué tan efectivo fue el reparto de tareas dentro del grupo?

23 respuestas



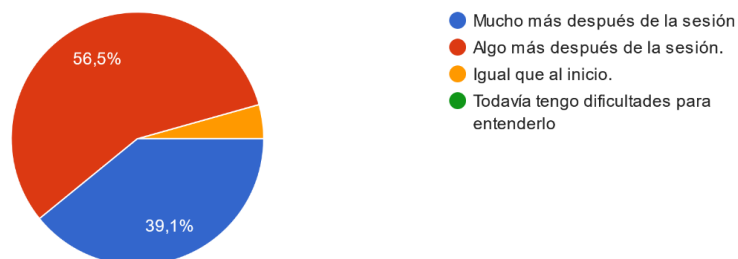
¿Crees que tu grupo fue capaz de superar los retos y problemas que surgieron durante la sesión?

23 respuestas



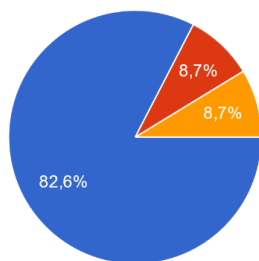
¿Cómo calificarías la comprensión del código y la simulación antes y después de la sesión?

23 respuestas



¿Cómo enfrentaste los retos técnicos o conceptuales durante la sesión?

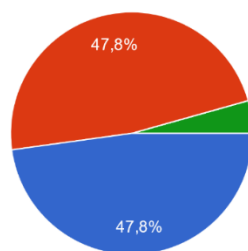
23 respuestas



- Consulté con mi grupo y resolvimos juntos
- Busqué ayuda en recursos adicionales.
- Pedí ayuda al profesor.
- No logré superarlos completamente.

¿Cómo evaluarías la metodología utilizada en esta sesión en comparación con una clase tradicional?

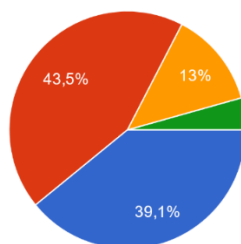
23 respuestas



- Mucho mejor, aprendí de manera activa y colaborativa.
- Mejor, pero todavía prefiero algunas partes de la clase tradicional.
- Igual, no noté mucha diferencia.
- Peor, prefiero una clase más estructurada.

¿Crees que la sesión te ayudó a entender mejor cómo funciona la simulación y el análisis de mecanismos?

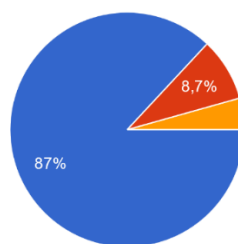
23 respuestas



- Sí, entendí mucho mejor
- Sí, aunque me quedan algunas dudas.
- Un poco, pero necesito más práctica.
- No, no me ayudó mucho.

¿Te sentiste más involucrado y participativo durante la sesión en comparación con una clase tradicional?

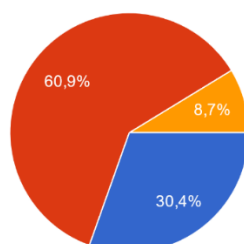
23 respuestas



- Sí, mucho más.
- Un poco más.
- Igual que en una clase normal.
- Menos involucrado.

¿Cómo compararías tu nivel de comprensión al final de la sesión en relación con una clase tradicional sobre el mismo tema?

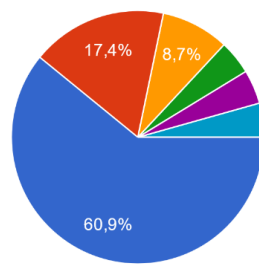
23 respuestas



- Mucho mayor, entendí mejor los conceptos.
- Algo mayor, pude profundizar más en algunos aspectos.
- Igual, no noté mucha diferencia en mi comprensión.
- Menor, me resultó más complicado que una clase tradicional.

¿Qué aspectos de la metodología encontraste más útiles en comparación con una clase tradicional?

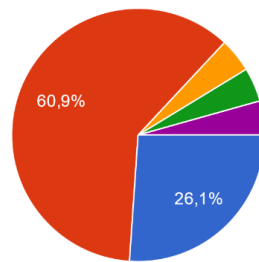
23 respuestas



- La colaboración y discusión en grupo.
- La oportunidad de explorar el código por mí mismo/a.
- La capacidad de preguntar y recibir feedback constante.
- La colaboración en grupo y el feedback
- Intentar entenderlo por mí mismo para poder desarrollar la práctica
- las tres anteriores

¿Qué aspectos de la sesión te parecieron menos efectivos comparados con una clase tradicional?

23 respuestas



- La falta de estructura o guía clara.
- El tiempo limitado para explorar todos los detalles del código.
- La dificultad de trabajar con diferentes compañeros en cada sesión.
- Falta de una pequeña explicación en una pizarra
- las dos primeras

El análisis de las calificaciones de la asignatura a lo largo de los últimos 10 años académicos revela una tendencia general de estabilidad en el rendimiento de los estudiantes, con medianas que oscilan alrededor de 5 en la mayoría de los años. Sin embargo, en el último año académico (24-25), se observa una ligera mejora en las calificaciones, particularmente en los valores por encima de la media y la mediana. La mediana para este año es de 5.6, ligeramente superior a la de años anteriores, lo que sugiere un incremento en el rendimiento general. Además, el tercer cuartil (Q3) para el 24-25 es de 7.86, indicando que el 25% de los estudiantes con mejores calificaciones obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que en años previos. Esto podría reflejar hasta cierto punto una mejora en la enseñanza, un mayor compromiso por parte de los estudiantes, o ambos. Aunque la variabilidad en las calificaciones también aumentó en este último año, con un rango intercuartílico de 3.828, esto no necesariamente es negativo, ya que puede indicar una mayor diversidad en el desempeño, incluyendo un grupo de estudiantes que alcanzaron calificaciones excepcionalmente altas. En líneas generales, mientras que el rendimiento general se mantuvo estable a lo largo de la década, el último año muestra signos de mejora, especialmente entre los estudiantes con calificaciones por encima de la media, lo que podría ser un indicador positivo de cambios efectivos en la metodología educativa o en la motivación de los estudiantes.

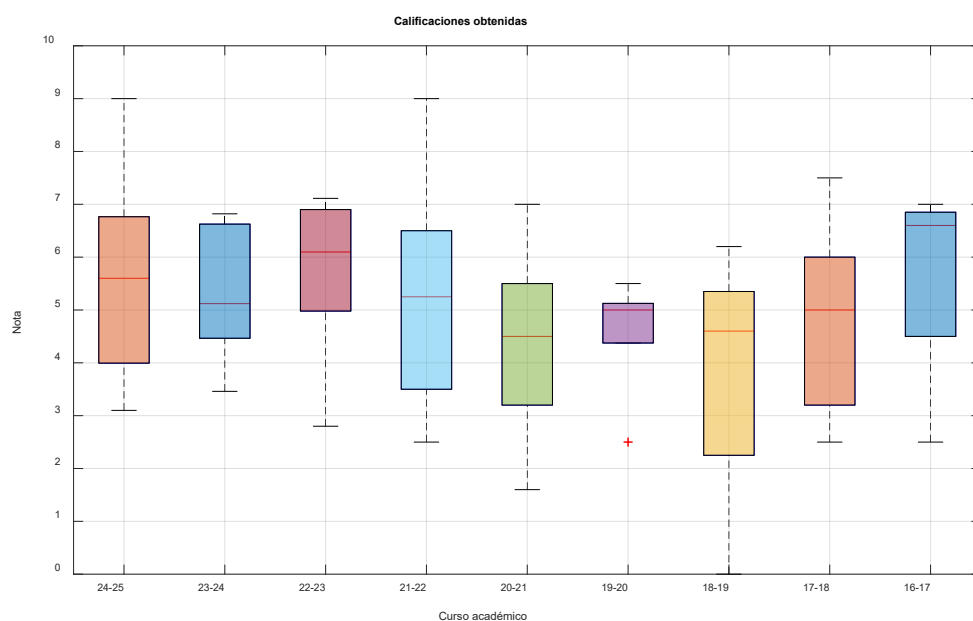


Figura 4. Evolución de las calificaciones en la asignatura para los cursos 16-17 a 24-25.

Aunque el análisis realizado por curso académico y del desempeño tras la actividad puede ofrecer una visión preliminar de la evolución de los resultados, es importante subrayar que la extracción de conclusiones requeriría un estudio con mayor profundidad. En particular, la validez comparativa entre cursos puede verse condicionada por múltiples factores, tales como cambios en el equipo docente, modificaciones en los criterios de evaluación o en las herramientas utilizadas (software, recursos docentes, plataformas de contenido), e incluso circunstancias extraordinarias. Como trabajo futuro, y atendiendo a los resultados de aceptación obtenidos se espera analizar el uso de esta metodología en asignaturas de grado con varios grupos de actividad y participación de varios profesores para profundizar en los cambios que puede introducir esta metodología en las aulas de ingeniería.

6. Conclusiones

Las metodologías activas representan una transformación fundamental en la enseñanza de la ingeniería, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades esenciales para su futuro profesional. En particular, enfoques como el Aprendizaje Basado en Problemas, el Aprendizaje Cooperativo, el Aprendizaje Basado en Proyectos, la Clase Invertida, Thinking Classroom y el Aprendizaje-Servicio han demostrado mejorar la retención del conocimiento, la motivación del estudiante y su capacidad de resolver problemas complejos en entornos reales. A pesar de las ventajas de las metodologías activas, su implementación en la educación en ingeniería enfrenta barreras. Una de las principales dificultades radica en la resistencia al cambio por parte de algunos docentes, que pueden sentirse más cómodos con enfoques tradicionales de enseñanza. Muchos profesores carecen de formación específica en metodologías activas, lo que limita su adopción en las aulas. Otro reto es la evaluación del aprendizaje en estos modelos. Mientras que en la enseñanza tradicional se emplean exámenes escritos para medir el conocimiento, en las metodologías activas se requiere un enfoque más cualitativo, basado en la observación del proceso de aprendizaje y el desempeño en proyectos y actividades colaborativas. Esto implica el diseño de rúbricas detalladas que permitan evaluar tanto el proceso como el resultado final del aprendizaje. La evidencia sugiere que, si bien estas metodologías pueden presentar desafíos iniciales, su impacto positivo en el aprendizaje justifica plenamente su adopción. En la actualidad, la investigación en pedagogía de la ingeniería sigue explorando nuevas formas de optimizar estas metodologías para hacerlas más accesibles y efectivas en distintos contextos académicos.

7. Referencias

- [1] Lima, R. M., Andersson, P. H., & Saalman, E. (2017). Active Learning in Engineering Education: a (re) introduction. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 1-4.
- [2] Lacuesta, R., Palacios, G., & Fernández, L. (2009, October). Active learning through problem based learning methodology in engineering education. In *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-6). IEEE.
- [3] Christie, M., & De Graaff, E. (2017). The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 5-16.
- [4] Vodovozov, V., Raud, Z., & Petlenkov, E. (2021). Challenges of active learning in a view of integrated engineering education. *Education Sciences*, 11(2), 43.
- [5] Dominguez, A., Alarcon, H., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Active learning experiences in Engineering Education.
- [6] Neves, R. M., Lima, R. M., & Mesquita, D. (2021). Teacher competences for active learning in engineering education. *Sustainability*, 13(16), 9231.
- [7] Hartikainen, S., Rintala, H., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2019). The concept of active learning and the measurement of learning outcomes: A review of research in engineering higher education. *Education Sciences*, 9(4), 276.
- [8] Senthil, R. (2020). Enhancement of engineering education by incorporating active learning methodologies. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34(1), 2349-2473.
- [9] Pinto, C., Mendonça, J. M., & Babo, L. (2020). Trends of active-learning teaching practices among engineering students. In *INTED2020 Proceedings* (pp. 8580-8589). IATED.
- [10] Vodovozov, V., Raud, Z., & Petlenkov, E. (2021). Challenges of active learning in a view of integrated engineering education. *Education Sciences*, 11(2), 43.
- [11] Martín Sánchez, D. A., García Laso, A., & Costafreda Musteliet, J. L. (2016). Aprendizaje servicio (APS) en la ingeniería.

-
- [12] Rieg, D. L., Lima, R. M., Mesquita, D., Scramim, F. C. L., & Mattasoglio Neto, O. (2022). Active learning strategies to develop research competences in engineering education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 14(3), 1210-1223.
- [13] Liljedahl, P. (2020). Building thinking classrooms in mathematics (Grades K-12): 14 Teaching practices for enhancing learning. Corwin Press Inc.
- [14] Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem solving in mathematics education*. Springer Nature.