



**USO CONJUNTO DE  
PROGRAMACIÓN EN MATLAB y  
COORDINACIÓN PARA CONTENIDOS  
INTERACTIVOS Y VISUALES EN  
ASIGNATURAS BÁSICAS DEL GRADO  
DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Memoria de resultados del proyecto de  
innovación ID2024/033**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar

13 de julio de 2025



## **Tabla de contenido**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	6
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.3. ASIGNATURAS INCLUIDAS .....	8
1.4. MIEMBROS DEL EQUIPO INVOLUCRADOS .....	8
<b>2. FASE DE DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>9</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES REALIZADAS .....	10
2.1.1. <i>ACCIÓN 1: Preparación de las actividades dirigidas a mejorar la adquisición de conocimientos en los estudiantes:</i> .....	11
2.1.2. <i>ACCIÓN 2: Diseño de estrategias para incrementar el uso coordinado de los nuevos materiales entre los distintos estudiantes.</i> .....	11
2.1.3. <i>ACCIÓN 3: Sesiones de coordinación y programación temporal sobre el cuatrimestre.</i> .....	11
2.1.4. <i>ACCIÓN 4: Evaluaciones parciales y finales.</i> .....	11
2.2. MATERIALES EMPLEADOS.....	12
2.3. PROCESO DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE PID .....	12
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>12</b>
3.1. ANÁLISIS DE LAS NOTAS FINALES OBTENIDAS.....	13
3.2. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS DE EVALUACIÓN OBTENIDAS .....	14
3.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS POR LOS ESTUDIANTES AL USAR MATLAB EN AMBAS ASIGNATURAS .....	17
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>18</b>
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	<b>19</b>



## **1. Introducción**

Hay muchos casos de modelos de aula activa e invertida relacionados con el uso de determinados paquetes de software como MATLAB o MATHEMATICA. De hecho numerosos cursos masivos en línea (MOOCs como en edX, etc.), se han integrado ejercicios de simulación con MATLAB para que los estudiantes interactúen directamente con conceptos complejos.

En las áreas STEM tales como las ingenierías, aplicar conceptos teóricos para resolver problemas prácticos no es tarea fácil para los estudiantes. Una solución puede ser el invertir el aula y dejar más espacio para sesiones interactivas dirigidas por el profesor. En una sesión de este tipo, los estudiantes pueden trabajar en diferentes tareas relacionadas con la asignatura, y al mismo tiempo reciben apoyo continuo por parte del profesorado, lo que complementa su formación. Se ha demostrado que este enfoque activo basado en el AL conduce a un mayor compromiso de los estudiantes, a una comprensión más profunda de los conceptos teóricos y a un mayor aprendizaje de los estudiantes (Freeman et al., 2014).

Muchos estudios recientes han reafirmado los beneficios del Aprendizaje Activo en la Educación Superior, y como decimos, especialmente en disciplinas STEM. Un meta-análisis de publicaciones recientes (Xu et al., 2025) descubrió que en 134 estudios analizados en publicaciones, el tamaño del efecto del aprendizaje activo en las puntuaciones de los exámenes era de  $0,519 \pm 0,049$ . Esto significa que cuando los alumnos asisten a clases orientadas mediante AL, obtienen aproximadamente media desviación estándar más en exámenes idénticos. En general, la mayoría de los tipos de AL parecen relativamente eficaces. Pero existe mucha incertidumbre en estos resultados y en numerosas ocasiones se han publicado la inexistencia de mejoras en las notas finales obtenidas. Así pues, el AL tiene potencial para reducir la brecha de rendimiento, especialmente beneficiando a estudiantes sub-representados en STEM, pero es un tema abierto a debate en muchos aspectos.

En general, si no es en las notas, otros aspectos positivos del AL en entornos universitarios son que los estudiantes mejoran en términos de compromiso, comprensión conceptual y transferencia de conocimientos. Un estudio sobre laboratorios remotos con metodología activa en ingeniería (Van den Beemt et al.,

2022) reveló que la combinación de prácticas abiertas, trabajo colaborativo, reflexión guiada y *feedback* formativo promovió una transferencia efectiva de la teoría a la práctica, generando un compromiso elevado por parte de los alumnos.

Vemos numerosos casos en múltiples universidades donde se ha empleado MATLAB para que equipos (normalmente de no más de 5 estudiantes) diseñen e implementen entornos de AL usando sistemas reales como robots, estaciones meteorológicas, autómatas, etc. La idea es que los estudiantes vayan desde el diseño hasta la implementación juntos con el paquete software de apoyo para fortalecer la integración interdisciplinar y el aprendizaje experiencial (MathWorks, 2022). Un ejemplo, es el prof. C. Demazière en Gotemburgo (Suecia) ha estado desarrollando ejercicios utilizando MATLAB Grader™ en una configuración de este tipo. En esta configuración, el profesor elabora primero plantillas de codificación en las que trabajan los estudiantes durante la sesión interactiva. Los estudiantes pueden probar sus soluciones mediante pruebas de autoevaluación preparadas por el profesor y este se centra solo en guiar a los estudiantes.

Otro caso es el publicado por Framing et al. (Framing et al., 2020) y realizado en RWTH Aachen y ETH Zürich donde se implementó EduBal. Se trataba de una plataforma robótica open-source combinada con Simulink, en la cual los estudiantes modelan, simulan y afinan algoritmos de control en tiempo real, fomentando motivación intrínseca y aprendizaje activo en teoría de control. El trabajo logro la integración del robot en los planes de estudio de control avanzado mediante el uso intensivo de MATLAB. Otro caso reciente es el de Said et al., que describen una propuesta de Aprendizaje Activo con interacción humano-computadora en Ingeniería, usando MATLAB para modelar y experimentar con motores CC (Said et al., 2022). Este sistema dentro de otra metodología de clase invertida, demostró una clara forma de promover una comprensión profunda y envolvente en el aprendizaje de sistemas eléctricos. Estos son solo algunos casos sobre actividades desarrolladas que incluyan técnicas de aprendizaje colaborativo y flipped classroom, y que están claramente orientados a promover el AL.

El presente proyecto ha sido organizado en parte por el Área de Conocimiento de Ingeniería Mecánica, y el programa de está destinado desarrollar técnicas, procesos y estrategias docentes innovadoras que impulsen la participación del estudiante universitario en su aprendizaje. El contenido de este informe final sobre el proyecto se organiza en los siguientes apartados: En la presente Sección se enumeran los objetivos del proyecto, y los miembros del equipo de trabajo y posibles responsables. En la Sección 2 se describen los distintos métodos y materiales empleados en la ejecución del proyecto. Las secciones 3 y 4 reflejan los resultados en las evaluaciones y las conclusiones generales, respectivamente.

### ***1.1. Objetivo general***

El objetivo principal que guía el desarrollo del presente proyecto es la mejora sustancial del Aprendizaje Activo (Active Learning, AL) en los estudiantes de titulaciones de ingeniería, y en particular, en aquellos que cursan el Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (E.T.S.I.I.) de Béjar. Para ello, se propone una estrategia pedagógica centrada en el diseño e implementación de una metodología innovadora de enseñanza-aprendizaje basada en la integración de nuevos contenidos didácticos y actividades prácticas dentro del aula. Esta propuesta se sustenta en el uso intensivo de modelos funcionales de mecanismos y máquinas desarrollados mediante el lenguaje de programación MATLAB, herramienta ampliamente utilizada en el ámbito de la ingeniería tanto a nivel académico como profesional.

Dichos modelos permitirán no solo ilustrar conceptos teóricos de manera visual e interactiva, sino también favorecerán la reorganización transversal de los contenidos curriculares, promoviendo una mejor coordinación entre diversas asignaturas que presentan interrelaciones temáticas y metodológicas. Esta articulación entre materias contribuirá a una visión más integrada y coherente de los conocimientos impartidos a lo largo del plan de estudios, facilitando la comprensión profunda de los contenidos técnicos.

La elección de enfoques basados en el Aprendizaje Activo (AL) responde a la evidencia acumulada sobre su efectividad para potenciar el compromiso del estudiante con su propio proceso formativo, así como para mejorar su rendimiento académico en disciplinas científicas y tecnológicas (Freeman et al., 2014). Este tipo de métodos promueve una participación más dinámica y reflexiva, favoreciendo no solo la adquisición de competencias específicas del ámbito mecánico, sino también el desarrollo de habilidades transversales esenciales, como el pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la resolución de problemas complejos y el trabajo colaborativo. En definitiva, se trata de fomentar una formación integral que prepare al estudiante de manera más efectiva para los desafíos técnicos y profesionales que enfrentará en su futuro desempeño laboral.

El equipo de investigación docente ha pretendido reforzar las competencias comunes (CC) y específicas (CE) del Grado en Mecánica en la ETSII de Béjar esenciales para la formación de los estudiantes. En concreto, el presente estudio integrado en el PID ha reforzado las siguientes competencias:

*CE1.- Uso y aplicación de diferentes programas para el diseño integrado en ingeniería mecánica.*

*CE11.- Análisis y resolución de problemas de posicionamiento de robots con propósitos específicos*

*CC7.- Comprender los conceptos de mecanismo, máquina y sistema mecánico. Análisis y resolución de problemas de mecanismos planos.*

*CE2.- Aplicación de los fundamentos teóricos y procedimientos generales del diseño de máquinas.*

## **1.2. Objetivos específicos**

Para resolver las dificultades expuestas en los párrafos anteriores, el proyecto de innovación docente incorporó los siguientes objetivos específicos:

O1- Mejorar el aprendizaje activo (AL) organizando una acción coordinada entre los profesores de las asignaturas del segundo cuatrimestre mediante la creación de un contenido visualmente atractivo basado en el manejo de scripts del programa

MATLAB. Al mismo tiempo incrementar la interactividad de los estudiantes con los mecanismos y máquinas y la visualización bidimensional y tridimensional de las trayectorias y esfuerzos.

O2- Establecer los procedimientos para el uso coordinado del programa MATLAB y los scripts generados para el estudio de los mecanismos básicos y elementos de máquinas en las diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica involucradas en el proyecto.

O3- Incrementar el catálogo y variedad de las actividades prácticas para AL, de forma que los estudiantes realicen las asignaturas con una significativa mejora en la adquisición de los conocimientos relacionados con la ingeniería, el diseño y la creatividad.

O4- Organizar el material generado de forma que se incremente la autonomía de los estudiantes en su proceso de facilitar su proceso enseñanza-aprendizaje con un sistema de temporización y propuestas automatizadas en el Aula Virtual.

### **1.3. Asignaturas incluidas**

Las asignaturas incluidas en el presente PID y titulaciones que fueron inicialmente propuestas como objeto de la metodología propuesta son:

- INGENIERÍA GRÁFICA (106526). Grado en Ingeniería Mecánica. 3º curso. Obligatoria.
- TEORÍA DE MECANISMOS (106514). Grado en Ingeniería Mecánica. 2º curso. Obligatoria.

### **1.4. Miembros del equipo involucrados**

La relación de los miembros del equipo involucrados en el proyecto de innovación docente es la siguiente:

- **Coordinador:** Andrés Sanz García                      [ansanz@usal.es](mailto:ansanz@usal.es)                      (C)
- **Miembro:** Fidel Hugo Perera Martínez                      [hugoperera@usal.es](mailto:hugoperera@usal.es)
- **Miembro:** M. Carmen Blanco Herrera                      [cbh@usal.es](mailto:cbh@usal.es)
- **Miembro:** Eulalia Izard Anaya                      [eia@usal.es](mailto:eia@usal.es)

- **Miembro:** Armando González Muñoz      [armandopeska@usal.es](mailto:armandopeska@usal.es)
- **Miembro:** Daniel Sanchez Garcia      [dasaga@usal.es](mailto:dasaga@usal.es)

Las responsabilidades del equipo en el proyecto se distribuyeron en función de la experiencia y de las asignaturas que imparten de la siguiente manera:

- a. Ejecución de la docencia y coordinación general: **Andrés Sanz García.**
- b. Clases prácticas y montajes didácticos: **Carmen Blanco Herrera y Daniel Sánchez García.**
- c. Gestión grupos y encuestas: **Armando González Muñoz y Eulalia Izard Anaya.**
- d. Organización de seminarios y Add-ons Studium: **Hugo Perera Martínez.**

El grupo de trabajo se forma con la incorporación del coordinador de la propuesta, Prof. Andrés Sanz García, como Profesor Contratado Doctor de la USAL en 2020. A partir de ese momento se ha mantenido una línea de trabajo con un grupo de innovación docente con amplia experiencia docente en diseño CAD/CAE, tecnologías de fabricación y prototipado e impresión 3D. Este proyecto de innovación docente ahonda en la línea de trabajo actual que consiste en potenciar el aprendizaje activo entre los alumnos de todas las ingenierías de la ETSII de Béjar (incluidos los dobles grados).

Desde el año 2018 hasta el 2023, los miembros del equipo de Ingeniería Mecánica han recibido financiación de forma ininterrumpida de la USAL en sucesivos proyectos que han generado múltiples comunicaciones en congresos internacionales.

## ***2. Fase de desarrollo del proyecto***

El proyecto, de acuerdo con los objetivos establecidos, se desarrolló durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2024/25 en la E.T.S.I.I. de Béjar. Los profesores del grupo de trabajo pertenecientes al Área de Ingeniería Mecánica llevaron a cabo la preparación de los materiales didácticos para la realización de la actividad docente, organizaron temporalmente las actividades didácticas orientadas a mejorar la adquisición de competencias, ejecutaron los distintos casos y

finalmente fueron responsables de recabar la información sobre la opinión de los estudiantes y su evaluación final.

El trabajo de innovación se programó en un único cuatrimestre para el curso 2024/25 debido a la coincidencia de las asignaturas en el mismo. Las principales semanas de trabajo se desarrollaron en los meses centrales (Marzo y Abril principalmente) como se especifica a continuación en el programa final de ejecución del proyecto del 2º Cuatrimestre:

- **Fase 1 (semanas < 5):** Preparación de los materiales y la base teórica.
- **Fase 3 (semanas 6 - 10):** Aplicación PBL: Fase de diseño del modelo digital.
- **Etapa 4 (semanas 11 - 14):** Corrección de los ejercicios.
- **Etapa 5 (semana 15):** Recopilación de toda la retroalimentación de los estudiante y encuesta final sobre la actividad.
- **Etapa 6 (semana 16):** Comienzo de la evaluación final por los docentes. Informe final PID.

Como ya se mencionó, en el presente PID se ha realizado de forma individual para cada estudiante. Inicialmente, se les hizo llegar toda la documentación prevista tales como información de ayuda y ejemplos. Para la evaluación de la actividad se realizó una encuesta final donde se buscó comparar el impacto y las diferencias entre el uso de:

1. Prácticas comunes con métodos tradicionales de resolución.
2. Nueva metodología de trabajo con ejercicios desarrollados y resueltos median MATLAB.

Esta comparativa permitió analizar y observar las incidencias positivas y/o negativas sobre la percepción del estudiante.

### ***2.1. Descripción de las acciones realizadas***

El plan de trabajo del PID consistió en una serie de acciones que buscaron el cumplimiento de los objetivos descritos anteriormente. Los siguientes párrafos

incluyen el resumen de las principales acciones realizadas y las apreciaciones sobre su desarrollo.

**2.1.1. ACCIÓN 1: Preparación de las actividades dirigidas a mejorar la adquisición de conocimientos en los estudiantes:**

El grupo docente realizará un estudio, búsqueda y selección de documentación práctica y conceptos esenciales que serán los que sean utilizados para generar el nuevo contenido. Se buscará que el estudiante pueda afrontar la realización de los distintos ejercicios de forma eficaz y en los tiempos establecidos de trabajo autónomo. (Objetivo O1).

**2.1.2. ACCIÓN 2: Diseño de estrategias para incrementar el uso coordinado de los nuevos materiales entre los distintos estudiantes.**

El estudiante estará dirigido a mejorar sus conocimientos en las cuatro signaturas, por lo tanto, el uso de los nuevos materiales será implantado en dichas asignaturas de forma coordinada. Así el material de las clases teóricas, el desarrollo de los problemas y ejemplos con los nuevos materiales interactivos y sobre todo el trabajo autónomo posterior será coordinado en una estrategia conjunta (Objetivo O2).

**2.1.3. ACCIÓN 3: Sesiones de coordinación y programación temporal sobre el cuatrimestre.**

El estudiante necesita de una metodología y tiempos bien marcados según lo establecido en un plan de las actividades basadas en el trabajo previo del equipo docente. La implantación del modelo AL con los nuevos materiales seguirá una serie de pasos establecidos por el grupo de docentes: (1) Definición de los materiales, (2) Análisis y temporalización, (3) Sistema de sugerencias-propuestas. (Objetivos O3 y O4).

**2.1.4. ACCIÓN 4: Evaluaciones parciales y finales**

Se trata de la fase de recopilación de datos relacionados con la actividad docente. Al inicio, medio y final de dicho cuatrimestre, cada miembro del grupo entrega un informe con los datos correspondientes a los temas, encuestas, notas finales (y

comparación con precedentes). El coordinador del proyecto es el encargado de poner en conjunto toda la información y generar la memoria escrita final sobre el PID (Objetivos O1 y O4).

## **2.2. Materiales empleados**

El aula de informática ha sido el único laboratorio dentro de la ETSII de Béjar utilizado. Cuenta con el equipamiento informático necesario para la realización de los ejercicios en MATLAB. La Universidad de Salamanca cuenta con licencias de campus e individuales para cada estudiante del software de programación MATLAB v2024. Por ello, los estudiantes han podido utilizar sus propios equipos para completar el trabajo propuesto.

## **2.3. Proceso de evaluación de la propuesta de PID**

Se planteó determinar el grado de éxito obtenido en el proyecto basado en AL con las siguientes metodologías de evaluación:

**1. Evaluación particular por los alumnos de los distintos ejercicios interactivos realizados.** Se ha valorado la claridad y el desempeño de cada caso en la formación del estudiante según su percepción. El formato y contenido será mediante encuestas con escala numéricas de 0 (peor/desacuerdo) a 5 (mejor/acuerdo). Las encuestas serán anónimas y se llevarán a cabo al final de cada ejercicio para conocer el grado de satisfacción de los estudiantes.

**2. Análisis comparativo de la tasa de éxito de cada asignatura basada en las calificaciones finales (0-10).** Se realizó una comparativa con la tasa de éxito de años (o convocatorias) anteriores por parte del mismo personal docente responsable.

**3. Recogida anónima de comentarios, opiniones y reticencias de estudiantes.** Se recogieron las percepciones negativas o positivas de los alumnos sobre la estrategia formulada.

## **3. Resultados**

### 3.1. Análisis de las notas finales obtenidas

A continuación, se resumen los resultados del proyecto de innovación docente siguiendo las observaciones enviadas por los estudiantes y las encuestas sobre los trabajos realizados. En el presente curso, el cierre de las actividades finales ha sido hacia el 30 de junio de 2025 y tras dicha fecha, se ha recabado prácticamente la totalidad de los comentarios y encuestas vertidos durante la realización de las prácticas en el software MATLAB.

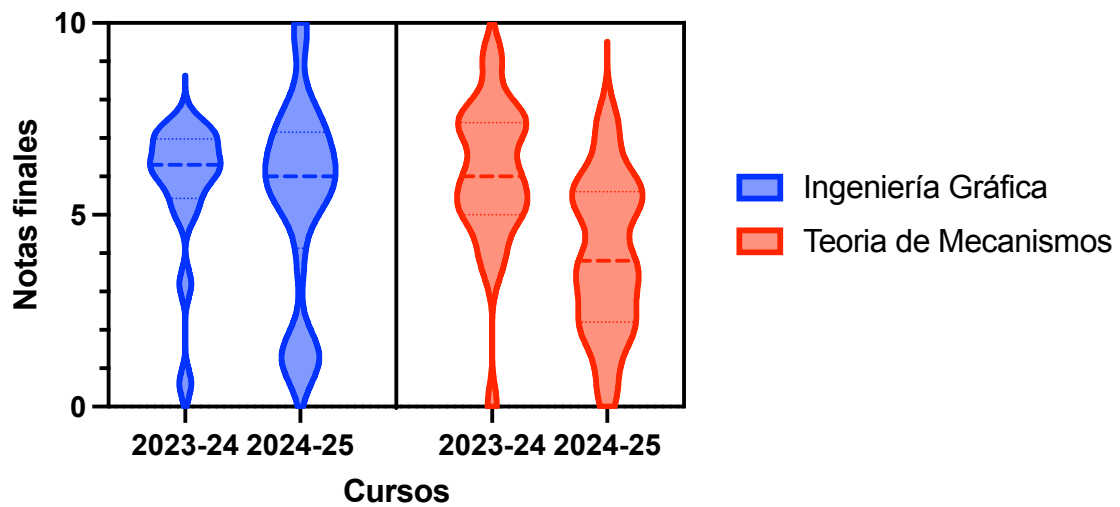


Figura 1. Resumen de los resultados de evaluación final de los estudiantes.

Máximo 10 puntos. Mínimo 0 puntos.

En lo referente a las calificaciones obtenidas en el curso 2024/25 en ambas asignaturas en comparación con el curso 2023/24, se han observado variaciones de las medias algunos de los ejercicios. Según se observa en la Figura 1, ambas asignaturas sufrieron un descenso en las notas obtenidas. En el caso de Ingeniería Gráfica, el descenso fue de un 5,813 +/- 1,734 a un 5,436 +/- 2,542. Esto se puede analizar como una variación no significativa y se puede asociar a otros factores no analizados. Por lo tanto, en Ingeniería Gráfica podemos decir que la experiencia docente no ha afectado positivamente a las evaluaciones, pero tampoco negativamente.

En el caso de la asignatura de Teoría de Mecanismos, el descenso en las notas ha sido más pronunciado con unas medias (+/- desviación estándar) de un 6,024 +/- 1,941 para el curso 23/24 y un valor total de 3,948 +/- 1,994. En esta asignatura, la

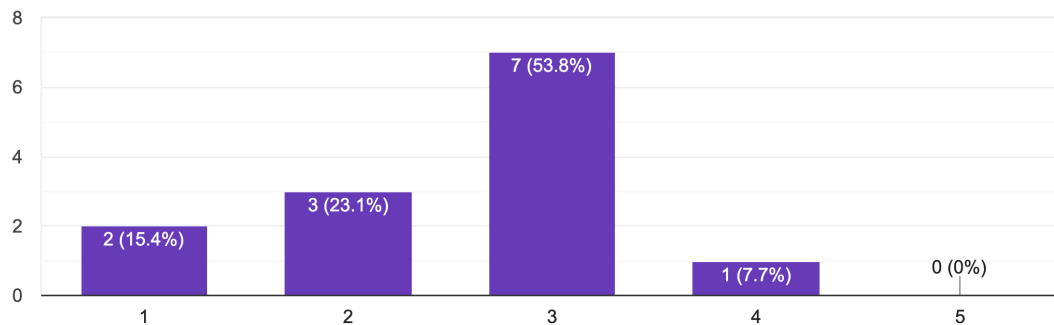
experiencia docente no ha sido positiva para el resultado final y, por lo tanto, se tomarán medidas en el futuro para mejorar el uso de la herramienta y compensar las potenciales pérdidas en las notas finales. Con todo ello, el grupo de innovación docente cree que existen factores más importantes para este descenso, entre ellos el absentismo en las horas de clases de teoría, que hacen muy elevada la dificultad de resolver los problemas prácticos y por lo tanto los ejercicios planteados en MATLAB.

### 3.2. Análisis de las encuestas de evaluación obtenidas

En lo referente a las encuestas de evaluación en grupo, hemos dividido el estudio en las dos asignaturas, ya que las notas finales son claramente diferentes. Por lo tanto, tiene lógica realizar análisis diferenciados. Además, la encuesta en Ingeniería Gráfica se ha realizado a final de las prácticas únicamente, mientras que en Teoría de Mecanismos se ha realizado de forma diferencial, es decir, se han comparado las encuestas realizadas al comienzo y al final. En este segundo caso se ha determinado dejar para más adelante los resultados de Teoría de Mecanismos.

En una escala del 1 (baja) al 5 (alta), ¿qué habilidad general en programación en lenguaje MATLAB consideras que has alcanzado?

13 responses



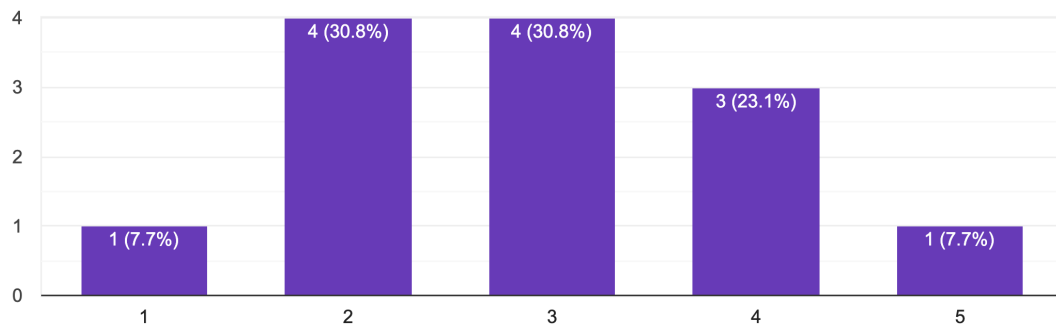
*Figura 2. Resultados de la encuesta para Ingeniería Gráfica sobre Conocimiento del MATLAB en general.*

En Ingeniería Gráfica sorprendió que la mayoría de los encuestados, alcanzaban un nivel medio-alto, aunque ninguno se aventuró al más alto (Figura 2). Eso se interpreta como que el propio lenguaje de programación no es extraño a los

estudiantes. Sin embargo, cuando analizamos el grado de confianza que mostraron con el conocimiento aprendido en MATLAB en relación con los ejercicios de la asignatura, este fue relativamente bajo (Figura 3). Es de destacar que solo un 23,1 % de los estudiantes encuestados creen que tienen capacidad de usar MATLAB para resolver los problemas. Una consecuencia de ello es que no terminan de percibir el potencial de lo aplicado a través del AL. Una medida correctora será el hacer un mayor número de ejemplos y proponer más casos resueltos, para que conozcan mejor el uso general del MATLAB y en ese caso valoren más positivamente la acción innovadora.

En una escala del 1 (bajo) al 5 (alto), ¿qué grado de confianza consideras que has alcanzado utilizando el MATLAB para el análisis de mecanismos?

13 respuestas



¿Crees que puedes resolver cualquier problema de mecanismos utilizando MATLAB sin darte más información?

13 respuestas

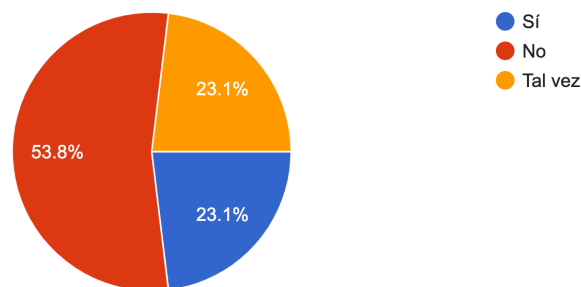
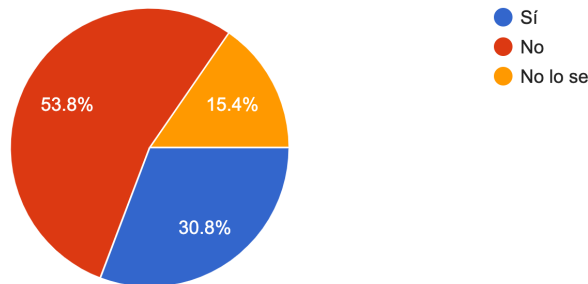


Figura 3. Resultados de la encuesta para Ingeniería Gráfica sobre Conocimiento de MATLAB aplicado.

En otro lado está el hecho de que la alternativa al lenguaje de MATLAB, que sería el uso de una hoja de cálculo en Excel no es más motivadora para los estudiantes. Es decir, solo un 30% de los estudiantes encuestados volvería al método tradicionalmente estudio en estos casos (Figura 4). Asumiendo que alguno de los encuestados puede haber cursado la asignatura en años previos, podemos decir que avanzar en el uso de MATLAB es positivo de cara a los propios estudios. En la misma línea, los estudiantes notaron que lo aprendido sobre MATLAB y la resolución de ejercicios de mecanismos es relevante para su profesión como ingenieros industriales. Esta observación es un elemento importante para motivarles y que entiendan que el proceso tiene consecuencias positivas no solo a corto, sino a largo plazo.

¿Preferiría realizar las prácticas propuestas o ejercicios resueltos en Excel en vez de MATLAB?

13 responses



¿Considera que las habilidades de programación en MATLAB para resolver problemas propios de ingeniería mecánica son valiosas para su futura carrera?

13 responses

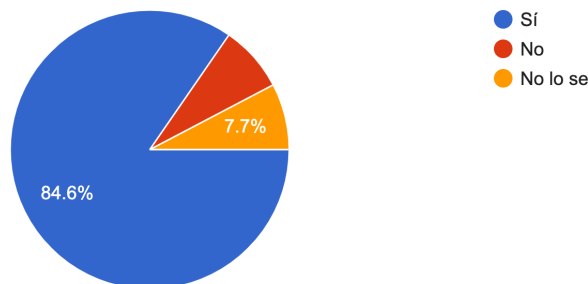


Figura 4. Resultados de la encuesta para Ingeniería Gráfica sobre Motivación y grado de satisfacción con el MATLAB.

Se recogieron las opiniones de los estudiantes y las recomendaciones de cara a evaluar la continuidad de la acción basada en AL. Con respecto a las distintas respuestas y consejos, se puede resumir que los estudiantes manifiestan en general la necesidad de fortalecer su formación previa en MATLAB para poder aprovechar mejor su uso en las asignaturas. Esto fue común a todas ellas. De hecho, varias respuestas indican que deberían impartirse clases introductorias al uso del programa antes de comenzar con las prácticas específicas, incluyendo ejemplos de lo que se puede hacer con el software. También se sugiere que el aprendizaje de MATLAB debería integrarse en asignaturas anteriores, y llama la atención que se menciona en Ingeniería Gráfica, el hecho de impartir esta docencia en Teoría de Mecanismos.

Otra observación común fue sobre la necesidad de recibir retroalimentación sobre las prácticas antes de avanzar a las siguientes, ya que vieron que los errores no corregidos tienden a repetirse y complicar el progreso. En ese sentido, los profesores de la asignatura de Ingeniería Gráfica trabajarán en realizar una labor de corrección más rápida en cursos posteriores. Se detectaron otras interesantes reflexiones con respecto al grado de implicación de los compañeros y de uno mismo.

### ***3.3. Dificultades encontradas por los estudiantes al usar MATLAB en ambas asignaturas***

Las respuestas obtenidas revelaron que los principales desafíos en el uso de MATLAB están relacionados con tres grandes áreas: falta de conocimientos previos de programación, dificultades técnicas en la implementación, y limitaciones en los recursos de apoyo disponibles. A continuación, se detallan brevemente los comentarios sobre las dificultades concretas recibidas en las encuestas:

1. **Falta de base en programación y lenguaje MATLAB:** Muchos estudiantes mencionan que el mayor obstáculo fue el desconocimiento general del lenguaje de programación MATLAB. Algunos nunca habían utilizado el programa previamente, lo que dificultó la comprensión de comandos, funciones y estructuras básicas. También se señala la dificultad para interpretar el código, entenderlo y luego extrapolarlo a nuevos casos.

2. **Localización y resolución de errores:** Otra dificultad clave es la detección y corrección de errores en el código. Los estudiantes destacan que, al no tener suficiente dominio del lenguaje, los errores pueden resultar frustrantes y consumir mucho tiempo. Esto provoca que se recurra constantemente al profesorado, lo cual interrumpe el flujo de trabajo y reduce el tiempo disponible para completar el resto de la actividad.
3. **Transferencia de datos y estructuras matemáticas complejas:** Algunos participantes identificaron como especialmente complejo el manejo de variables en ecuaciones largas, así como la transferencia de datos y ecuaciones entre el entorno de cálculo y los scripts. También mencionan dificultades para graficar trayectorias con resultados obtenidos por distintos métodos.
4. **Recursos didácticos limitados:** Varios estudiantes señalaron la ausencia de una guía explicativa clara y la falta de más ejemplos como una barrera para el aprendizaje autónomo. Esto se traduce en una sensación de estar "perdido" durante las prácticas.
5. **Comparación con otras herramientas:** Finalmente, algunos expresan que, en ciertos casos, encuentran más intuitivo o rápido usar Excel para cálculos básicos, lo que sugiere una necesidad de reforzar el valor añadido de MATLAB en el contexto de ingeniería mecánica.

#### **4. Conclusiones**

En este proyecto de innovación docente hemos demostrado el un caso de aplicación clase invertida o AL en la ETSII de en la USAL. Se han extraído resultados sobre las mejoras en las notas de los estudiantes a través de las evaluaciones finales del cuatrimestre que serán analizadas más en profundidad posteriormente. El uso de MATLAB como parte de un enfoque de AL parece ser una buena herramienta para mejorar el rendimiento. Se ha determinado que este tiene un rango de mejora similar, pero la ganancia no es muy superior a los cursos anteriores. En realidad, se

mantiene en los parámetros esperado en las distintas ediciones, como se menciona en la literatura consultada.

Si bien es cierto, que las encuestas reflejan dificultades notables en el uso del software y el método ha sido realizado en su primera edición, todavía queda margen de trabajo claramente mediante el uso de sistemas tipo *Copilot* y videos o píldoras para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. También se puede concluir que la motivación de los alumnos no es tan alta como se esperaba, ya que, ante este tipo de ejercicios prácticos tienden a pensar más en la dificultad que en el beneficio. Durante la realización de la acción de innovación docente se ha detectado algunas carencias en el trabajo en grupo que serán resueltas de cara al futuro con documentación de ayuda y métodos de coordinación más elaborados.

El proyecto PID ha reforzado la línea de trabajo centrada en desarrollar las competencias específicas de los estudiantes a través de nuevas metodologías activas. Esta línea de trabajo ha sido una componente fundamental en los últimos años en los siguientes proyectos desarrollados en el Grado en Mecánica en la USAL.

## **5. Referencias**

Framing, C. E., Hedinger, R., Iglesias, E. S., Heßeler, F. J., & Abel, D. (2020). Edubal: An open balancing robot platform for teaching control and system theory. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17168-17173.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

MathWorks. (2022). Turning Engineering and Science Students into Active Learners with Gap Analysis and Model-Based Design. MathWorks Technical Article. Disponible en: <https://www.mathworks.com/company/technical-articles/turning-engineering-and-science-students-into-active-learners-with-gap-analysis-and-model-based-design.html>

Said, A., Félix-Herrán, L. C., Davizón, Y. A., Hernandez-Santos, C., Soto, R., & Ramírez-Mendoza, R. A. (2022). An active learning didactic proposal with human-computer interaction in engineering education: a direct current motor case study. *Electronics*, 11(7), 1059.

Van den Beemt, A., Groothuijsen, S., Özkan, L., & Hendrix, W. (2023, agosto). Remote labs in higher engineering education: Engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(2), 320–340. <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09331-4>

Xu, S., Velasco, V., Hill, M.J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E.N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D.L., Cooper, J.D. and Dunster, G., 2025. Active learning's impact on student course performance in STEM varies by type and intensity. *bioRxiv*, pp.2025-06.