



Actitudes del alumnado de ingeniería hacia prácticas de modelización en el laboratorio de Automática

Daniel Espinosa¹, José María Oliva² y Esther García-González²

¹ Departamento Ingeniería en Automática, Electrónica, Arquitectura y Redes de Computadores. Universidad de Cádiz, España. ² Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz, España.

[Recibido: 20 noviembre 2025; Revisado: 27 diciembre 2025; Aceptado: 31 diciembre 2025]

Resumen: Se analizan las actitudes de 108 estudiantes de ingeniería hacia las prácticas de modelización en el laboratorio de Automática. Se aplicaron dos cuestionarios tipo Likert, uno sobre percepciones y creencias, y otro sobre emociones asociadas a dichas prácticas. Los resultados muestran una valoración generalmente positiva, especialmente en la percepción de logro de aprendizaje, aunque se identifican limitaciones en la utilidad percibida, la retroalimentación individualizada y el trabajo cooperativo. La autoeficacia presenta niveles moderados y las emociones positivas predominan, aunque algunas como la sorpresa y el entusiasmo son mejorables. Las diferencias de género fueron leves, si bien apuntan a la necesidad de fortalecer el apoyo emocional y la mentoría a las mujeres. En conjunto, el estudio evidencia una experiencia formativa satisfactoria, pero con un margen claro de mejora en la cooperación, el acompañamiento docente y la conexión práctica de los contenidos.

Palabras clave: actitudes; emociones; modelización; percepciones-creencias; prácticas de automática.

Engineering student attitudes towards modelling practices in the automation laboratory

Abstract: This study analyses the attitudes of 108 engineering students towards modelling practices in the automation laboratory. Two Likert-type questionnaires were applied: one on perceptions and beliefs, and the second on emotions. The results show a generally positive response to modelling practices, especially regarding perceived learning achievement, although limitations were identified in relation to perceived usefulness, individualized feedback, and team work. Self-efficacy levels were moderate, and emotions were generally positive, though with room for improvement in relation to surprise and enthusiasm. Gender differences were slight, though point to the need to strengthen emotional support and mentorship for women. Overall, the results indicate a satisfactory educational experience, but with room for improvement in relation to cooperation, teacher guidance, and practical connections between content.

Keywords: attitudes; automation practices; emotions; perceptions-beliefs; modelling.

Introducción

Las prácticas de laboratorio de Automática que se realizan en las asignaturas de ingeniería son un claro ejemplo de dominio que puede ser catalogado de tecno-científico, en el sentido de que se mueven en la interfase entre la ciencia pura y la orientada a problemas prácticos del mundo STEM (siglas en inglés de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Implican concretamente el abordaje contextualizado de conocimientos teóricos que dan paso a modelos y simulaciones que permiten comprender y controlar sistemas reales: funcionamiento de un termostato, control de cruce de un automóvil, iluminación en edificios inteligentes, etc.

El escenario de esta investigación se emplaza en los grupos de prácticas de la asignatura Automática, impartida en distintos grados de ingeniería de la Universidad de Cádiz. Se trata de una materia con más de una década de trayectoria en el plan formativo vigente. El estudio se enmarca en una Investigación Basada en el Diseño (IBD) y corresponde a su fase de diagnóstico inicial, que ayude a sugerir mejoras en las prácticas (Design-Based Research Collective, 2003; Guisasola et al., 2021). En este artículo se presentan los resultados de dicha fase diagnóstica, centrada en responder al problema de investigación: ¿qué actitudes manifiestan los estudiantes de ingeniería hacia las prácticas de modelización desarrolladas en el laboratorio de Automática?

Las preguntas de investigación que guían el estudio son:

- P1. ¿Qué percepciones y creencias tiene el alumnado respecto a las prácticas de Automática?
- P2. ¿Qué emociones experimenta el alumnado durante estas clases?
- P3. ¿Existen diferencias en estas variables según el género?

Marco teórico y antecedentes

La incorporación de la enseñanza de la ingeniería como un ámbito a considerar constituye actualmente una tendencia creciente vinculada a los enfoques STEM (Simarro y Couso, 2022), surgida desde la propia didáctica de las ciencias. En este contexto, tanto en ciencias como en ingeniería, cada vez es mayor el énfasis que se viene poniendo en la influencia de factores psico-afectivos en el aprendizaje. Hablamos de factores como las actitudes de los estudiantes (Besterfield-Sacre et al., 1997; Cheng et al., 2024; Tzeng et al., 2025), su autoeficacia (Wu et al., 2021; Hunsu et al., 2023), la motivación (Law y Chuah, 2009; Law y Geng, 2019), el interés por la asignatura (Reece et al., 2012) o las emociones (Chung et al., 2019). La literatura en este campo es amplia, con antecedentes generales como los de Heywood (1998) o Brown et al. (2015), a los que se suman revisiones recientes que profundizan en el papel de factores específicos (Batra y Atiq, 2025, Lönngren et al., 2024).

Particularmente, en ingeniería, actitudes y emociones son claves no solo para el rendimiento académico, sino también para comprender la vivencia del aprendizaje desde la perspectiva estudiantil e incluso la propia resiliencia frente a las adversidades y los factores que influyen en la permanencia o el abandono de la carrera (Chen y Turner, 2024; Leena y Bhavani, 2024; Meysami et al., 2024, Tseng et al., 2024).

Las actitudes son disposiciones psicológicas relativamente estables que reflejan valoraciones favorables o desfavorables hacia un objeto o situación, influyendo en la interpretación y la acción, tal como señalan Eagly y Chaiken (1993). En educación, una actitud positiva hacia una materia implica valorarla, considerarla útil y estar dispuesto a esforzarse por aprenderla. Se trata de un constructo complejo (Arandia et al., 2016) que

combina creencias racionales y emociones, influyendo en cómo el alumnado afronta su aprendizaje. Por ejemplo, percibir una disciplina como valiosa puede motivar la perseverancia, mientras considerarla inaccesible puede generar actitudes negativas que afectan al rendimiento.

Las emociones, por su parte, se han definido como respuestas subjetivas y transitorias frente a estímulos del entorno (Ekman, 1992). Aunque efímeras, desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje al interactuar con motivación, autoeficacia y rendimiento (Pekrun y Linnenbrink-García, 2014). Según la teoría Control-Valor de Pekrun (2006), las emociones del alumnado dependen de cuánto control perciben sobre la tarea y del valor que le atribuyen: cuando ambos son altos surgen emociones positivas, como disfrute o entusiasmo; cuando son bajos, predominan la frustración o la ansiedad. Pekrun amplió además este marco incluyendo las emociones epistémicas —curiosidad, confusión, sorpresa. Complementariamente, el modelo circumplejo de Russell (1980) organiza las emociones según valencia y activación, mostrando que no todas las emociones positivas impulsan la acción, ni todas las negativas la inhiben.

Un análisis más profundo de las actitudes permite entenderlas como constructos multidimensionales. La teoría tridimensional de Rosenberg y Hovland (1960) propuso que estas se componen de tres facetas interrelacionadas: la cognitiva, la afectiva y la conductual. La cognitiva incluye creencias y percepciones, como considerar útil un curso o creer en la propia capacidad para resolver problemas complejos. La dimensión afectiva se refiere a sentimientos y emociones asociados a la experiencia académica, desde el entusiasmo hasta la ansiedad, los cuales influyen directamente en la disposición a perseverar (Linnenbrink y Pintrich, 2002). Finalmente, la dimensión conductual se manifiesta en acciones observables: hábitos de estudio, participación en clase, colaboración en proyectos. Lejos de ser compartimentos aislados, estas dimensiones se retroalimentan, ya que las creencias moldean emociones, las emociones condicionan comportamientos y los comportamientos refuerzan o modifican las creencias. Posteriormente, algunos autores como Bagozzi y Burnkrant (1979) propusieron una simplificación hacia una estructura bidimensional (cognitiva y afectiva), al considerar que las conductas suelen resultar de la interacción entre creencias y emociones.

En cuanto a su manifestación en distintos grupos, las investigaciones muestran diferencias de género persistentes en actitudes hacia la tecnología. Desde el proyecto PATT se observa que las mujeres tienden a mostrar actitudes menos favorables, posiblemente por menor exposición previa (Raat, 1992; Raat y de Vries, 1985; Besterfield-Sacre et al., 2001; Lie et al., 2019), lo que afecta a su confianza y permanencia en sus estudios de ingeniería (Alias et al., 2014; Chen et al., 2023). Según Chen et al. (2023), las mujeres experimentan más dudas y emociones negativas, y su autoeficacia depende especialmente del apoyo social y la mentoría, mientras que los hombres la construyen sobre logros prácticos. También se ha observado que los hombres reportan mayor disfrute en tareas mecánicas y de resolución técnica, y las mujeres valoran más la colaboración y las relaciones interpersonales (Pereira y Miller, 2012; Hutchinson et al., 2006). La identificación profesional y el sentido de pertenencia son factores clave para la retención, especialmente mediante enfoques socio-técnicos (Meysami et al., 2024). Estrategias como reforzar la autoconfianza, ampliar la visión de la ingeniería o usar agentes de interfaz con rasgos femeninos pueden incrementar la autoeficacia (Baylor et al., 2006). En conjunto, la evidencia destaca que apoyo social, mentoría, experiencias prácticas y contextos colaborativos resultan esenciales para reducir la brecha de género.

Escenario objeto de investigación

La asignatura de “Automática” es una materia común a la rama industrial, que se imparte en el segundo curso y segundo cuatrimestre de diversas titulaciones de ingeniería en la Universidad de Cádiz, España.

La asignatura está dividida en dos partes: una teórico-práctica, y otra de Prácticas de Laboratorio; con 24 horas de clases presenciales cada una. El objetivo de las prácticas es la adquisición de habilidades de diseño de tipo tecnológico y competencias transversales. La modelización en su dimensión instrumental (Oliva, 2019) es un elemento esencial en este contexto debido al uso común de software de simulación de procesos automáticos.

La docencia práctica comienza tras las primeras semanas de teoría y se desarrolla en 12 sesiones presenciales organizadas en dos bloques: uno dedicado a la regulación analógica (P1–P5) y otro al control digital (P6–P9). El enfoque sigue una progresión natural, desde la comprensión de los fundamentos hasta la modelización, el análisis y el diseño de soluciones.

Las prácticas se realizan en un laboratorio equipado y guiado por el profesorado, con apoyo de recursos digitales. El software es clave en el aprendizaje: Program CC se utiliza en las primeras prácticas para el control analógico, y Zelio Soft 2 en las últimas para la programación y simulación de PLCs, culminando con la implementación real en un autómata en la práctica final.

En cuanto a la metodología de enseñanza, se promueve un enfoque individualizado, donde cada estudiante trabaja en su propio puesto con su equipo informático, pudiendo usar su propio portátil si lo desea. Solo en la última práctica, centrada en el uso del autómata físico, el alumnado trabaja por parejas, compartiendo el uso del PLC real, lo que puede fomentar el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades técnicas conjuntas en dicha última práctica.

Las guías de prácticas presentan objetivos de aprendizaje claros, instrucciones detalladas y problemas a resolver mediante simulación. El modelo organizativo contempla la entrega digital de los informes finales en el aula virtual, evaluados según una rúbrica que valora el contenido, la formulación de objetivos, la presentación formal y el aprovechamiento de las sesiones. No se ofrece, sin embargo, retroalimentación regular mediante evaluaciones intermedias, ya que las calificaciones se comunican únicamente al finalizar la asignatura.

Aunque la asignatura cuenta con un diseño metodológico cuidado y un enfoque práctico consolidado, parte del alumnado percibe cierta exigencia y complejidad, sobre todo por la amplitud del temario y el trabajo autónomo requerido. Estas percepciones, de carácter general, no se apoyan en datos específicos sobre la experiencia en las prácticas de laboratorio, lo que justifica la necesidad de un estudio diagnóstico en torno a las percepciones, creencias y emociones del estudiantado, como base para mejorar su diseño e implementación.

Metodología

Enfoque del estudio

Esta investigación se enmarca en la fase diagnóstica de una investigación basada en diseño, cuyo propósito es detectar fortalezas y debilidades de las prácticas de Automática habituales al objeto de plantear un plan de mejora. Para este estudio se adoptó un enfoque exploratorio, descriptivo y de tipo cuantitativo, con objeto de evaluar las actitudes del alumnado frente a las prácticas de modelización en el laboratorio de Automática.

Participantes

Participaron los 108 estudiantes matriculados en el curso 23/24 de diversas titulaciones de ingeniería, que acababan de finalizar sus actividades regladas en el laboratorio de Automática de la Universidad de Cádiz. La muestra incluyó 84 hombres (77.8 %), 23 mujeres (21.3 %) y un estudiante que no se identificó con ninguno de esos géneros. Al tratarse de todo el alumnado del curso, se puede considerar una muestra censal de la población objetivo de estas prácticas.

Instrumentos de recogida y análisis de la información

Se usaron dos instrumentos, uno de los cuales evaluaba la componente cognitiva de las actitudes (percepciones y creencias), mientras el otro evaluaba la componente afectiva (emociones).

Cuestionario de percepciones y creencias

El cuestionario de percepciones y creencias estaba formado por un total de 24 enunciados (Anexo1), distribuidos en cinco dimensiones distintas (Tabla 1). Algunos se formularon en sentido positivo y otros en sentido inverso, respondiéndose todos ellos mediante una escala Likert de cinco opciones, codificadas de 1 a 5. Los ítems inversos se invirtieron para que las puntuaciones altas indicaran actitudes favorables y las bajas, desfavorables.

Tabla 1. Composición de ítems en la primera versión del cuestionario

Dimensiones	Total de ítems	Ítems con enunciado directo	Ítems con enunciado inverso
A. Percepción de dificultad	3	-	A1,A2,A3
B. Percepción logro de aprendizaje	6	B1,B2,B4,B5,B6	B3
C. Percepción de utilidad	6	C1,C2,C3,C5	C4,C6
D. Percepción de gestión docente	4	D1,D2,D3,D4	-
E. Fomento de la autoeficacia del estudiante	3	E2	E1,E3
Otros	2	-	D5, E4
TOTAL	24	14 ítems	10 ítems

El cuestionario fue desarrollado y validado en dos fases, una primera de revisión por expertos/as, y otra segunda de validación de constructo con una muestra amplia de 242 estudiantes que incluía un análisis factorial confirmatorio con cinco factores: $\chi^2/gl = 2.20$; CFI = 0,968; TLI = 0,963; RMSEA = 0,045. Un primer avance de este proceso de validación puede encontrarse en Espinosa et al. (2025).

En la muestra implicada en el presente estudio (N = 108), el cuestionario presentó alta fiabilidad ($\alpha = 0,95$). Por dimensiones, los valores fueron: 0,66 para Percepción de dificultad, 0,96 para Percepción de lo aprendido, 0,98 para Utilidad para el futuro, 0,76 para Organización y adecuación de las clases, y 0,74 para Fomento de la autoeficacia, indicando una consistencia interna de aceptable a excelente.

Cuestionario de emociones

El cuestionario de emociones se basó en el modelo circunplejo de Russell (1980) y en el repertorio de 10 emociones de Agen y Ezquerro (2021), clasificadas según valencia y

activación. Incluyó escalas Likert de cinco categorías, codificadas de 1 a 5 manteniendo las emociones negativas sin invertir.

El análisis de componentes principales ($KMO=0,770$; $\chi^2=351,294$; $gl=45$; $p=0,000$) reveló dos factores coherentes con las dimensiones teóricas de valencia y activación, que explicaron el 34,1 % y 19,5 % de la varianza, respectivamente, evidenciando la validez interna de las escalas de emociones según el modelo circumplejo y el repertorio de Agen y Ezquerri (2021).

Procedimientos de análisis de resultados

Para analizar los resultados, se calcularon los promedios de cada ítem y sus intervalos de confianza al 95%, considerando adecuados los valores entre 4 y 5, aceptables entre 3 y 4, e inaceptables los inferiores a 3.

Para las preguntas de investigación P1 y P2 (percepciones, creencias y emociones) se calcularon medias y desviaciones estándar. Para la pregunta P3 (influencia del género) se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, justificada por el desequilibrio de submuestras, la falta de normalidad de las distribuciones y la ausencia de homogeneidad de las varianzas.

Resultados

Percepciones y creencias en torno a las prácticas de Automática

Los resultados del cuestionario (Figura 1) muestran una valoración global positiva de las prácticas de Automática. En los ítems A-A3, el alumnado percibe los contenidos como desafiantes pero manejables ($M = 3,56$; $DE = 0,79$), situándose en el rango de “mejorables”. El ítem A1 sobre dificultad recibió la puntuación más baja, mientras que A3, que evalúa la adecuación de los conocimientos previos, obtuvo la más alta.

La percepción de logro de aprendizaje fue la más positiva, con media de 4,08 ($DE = 0,65$), especialmente en el ítem B1, que valora la contribución de las prácticas a la comprensión de la Automática. Esto indica que las actividades están bien alineadas con los objetivos formativos y favorecen la adquisición de competencias técnicas, aunque la confianza para enfrentar problemas nuevos (B6) aún puede mejorar.

La percepción de utilidad de las prácticas fue positiva ($M= 4,00$; $DE = 0,78$), destacando el ítem C5 sobre su relevancia formativa. No obstante, algunos ítems, como C2, muestran margen de mejora, sugiriendo la conveniencia de incorporar más ejemplos aplicables a contextos cotidianos.

La dimensión de fomento de la autoeficacia presentó una media de 3,65 ($DE = 0,85$), situada en el rango de “mejorables”, lo que indica que los estudiantes encuentran cierta confianza en su capacidad para afrontar retos técnicos, aunque todavía hay oportunidades para fortalecer su autonomía y seguridad en las competencias adquiridas.

Los ítems analizados de manera individual, D5 y E4, reflejan aspectos críticos del programa¹. D5, vinculado al trabajo cooperativo, obtuvo una media inaceptable de 2,56 ($DE = 0,92$), señalando que el aprendizaje colaborativo constituye la principal debilidad identificada y requiere atención prioritaria en futuras intervenciones. Por su parte, E4, relativo a la preferencia por explorar ideas propias frente a consultar al docente, se situó

1 Recuérdese que en estos ítems las escalas fueron invertidas, al estar formulados en un sentido contrario al que indicarían actitudes positivas.

en el rango de “mejorable” con 3,05 ($DE = 0,86$), mostrando un nivel aceptable de autonomía, aunque con margen de mejora.

En conjunto, los hallazgos reflejan un perfil global positivo y equilibrado: el alumnado percibe un alto impacto de las prácticas en su aprendizaje y utilidad profesional, reconoce cierto nivel de satisfacción con la práctica docente y mantiene un nivel razonable de autoeficacia, mientras que la retroalimentación, la evaluación y, especialmente, el trabajo colaborativo, se presentan como áreas estratégicas de mejora.

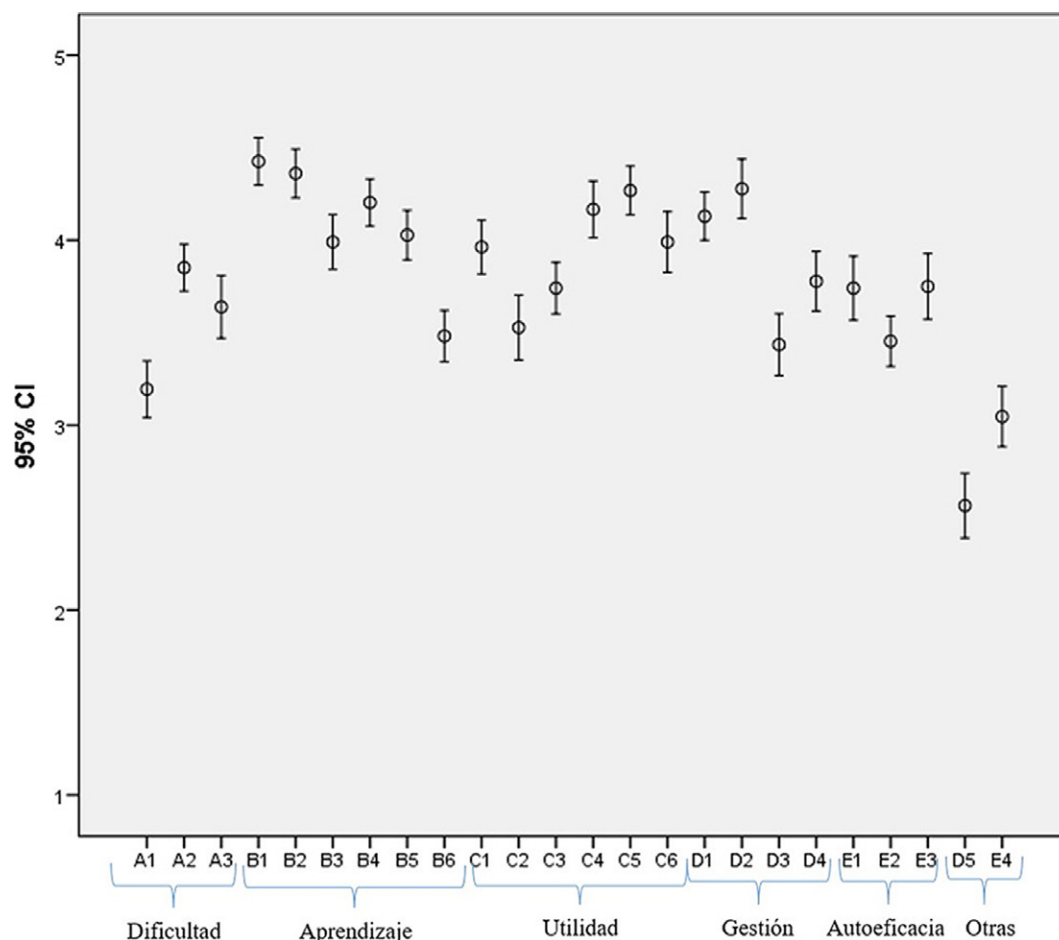


Figura 1. Promedio de puntuaciones de los ítems agrupados por escalas o dimensiones

Emociones experimentadas ante las prácticas de Automática

El segundo cuestionario evaluaba las emociones percibidas por el alumnado durante las prácticas (Figura 2).

En términos absolutos, las medias se situaron entre 1,41 y 3,63, lo que indica un nivel de intensidad emocional globalmente moderado a bajo. Ninguna de las emociones alcanzó puntuaciones cercanas al extremo superior de la escala, lo que sugiere que las emociones experimentadas no fueron demasiado intensas. La curiosidad obtuvo la puntuación más alta ($M = 3,63$, $DE = 0,84$), mientras que la tristeza fue la más baja ($M = 1,41$, $DE = 0,89$). Este patrón apunta a un perfil emocional estable y equilibrado, sin predominio de reacciones afectivas extremas.

Al considerar la valencia emocional, se observó un predominio de las emociones positivas ($M = 3,07$, $DE = 0,97$) frente a las negativas ($M = 2,10$, $DE = 0,95$). Dentro de las primeras

destaca especialmente la curiosidad ($M=3.63$, $DE=0.84$). Por el contrario, las emociones negativas presentaron valores considerablemente menores. Aunque con escaso peso, las más sentidas de este grupo fueron la de confusión ($M=2.67$, $DE=0.92$), incertidumbre ($M=2.39$, $DE=0.96$) y frustración ($M=2.17$, $DE=1.02$), quedando prácticamente ausentes las de tristeza ($M=1.45$, $DE=0.89$) y aburrimiento ($M=1.84$, $DE=0.96$). La excepción a esta regla la encontramos en la emoción de sorpresa, la cual suele considerarse como una emoción positiva, pero que, en este caso, con puntuaciones bajas ($M=2.46$, $DE=0.90$), no se ajustó al patrón de las restantes emociones positivas, cayendo en la zona de lo inaceptable.

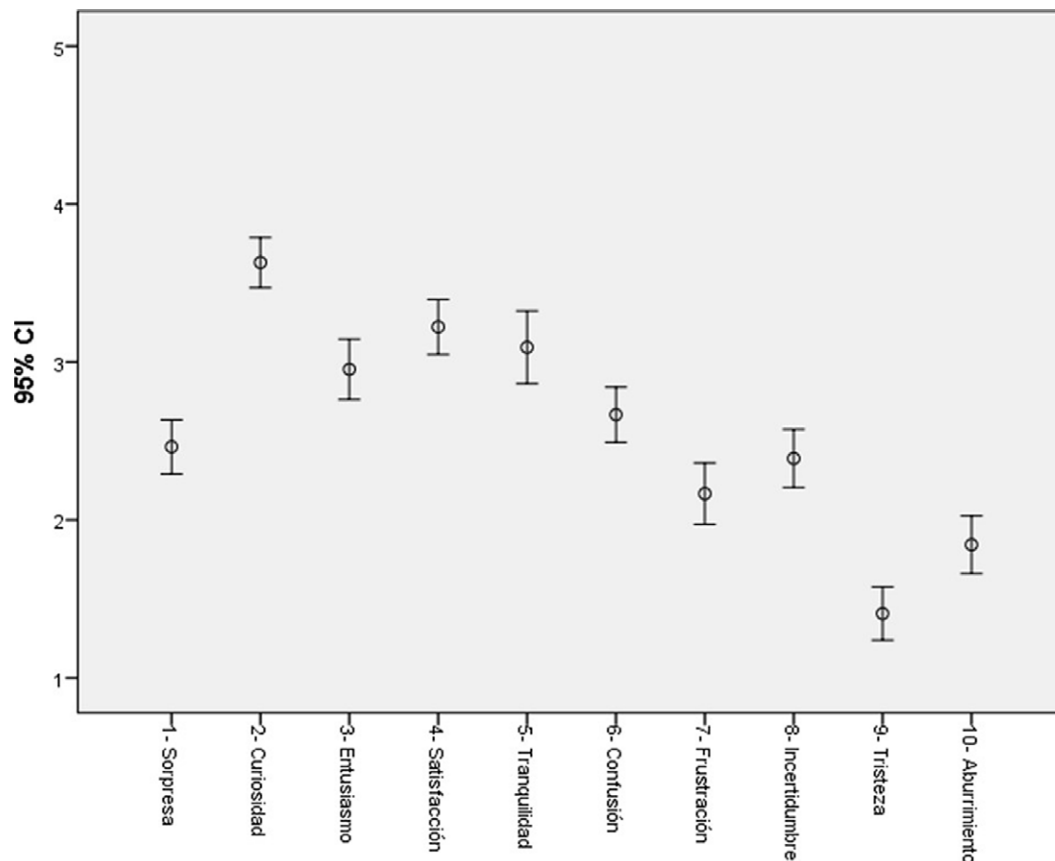


Figura 2. Promedio de puntuaciones de los ítems relativos a emociones

En cuanto al nivel de activación, las emociones activadoras ($M = 2.71$, $DE = 0.94$) mostraron valores ligeramente superiores a las desactivadoras ($M = 2.39$, $DE = 0.99$). Dentro del primer grupo, las emociones de curiosidad y entusiasmo alcanzaron las medias más altas, lo que sugiere un estado de activación positiva y motivacional, vinculado a la implicación y el interés cognitivo. En contraste, las emociones desactivadoras reflejaron una activación más baja y estable, predominando aquellas de valencia positiva (satisfacción y tranquilidad).

En síntesis, los resultados describen un perfil emocional caracterizado por valencia positiva y activación moderada, con predominio de emociones agradables y constructivas frente a las negativas.

En cuanto a la activación, las emociones activadoras ($M = 2.71$, $DE = 0.94$) mostraron valores ligeramente superiores a las desactivadoras ($M = 2.39$, $DE = 0.99$). Dentro del primer grupo, las emociones de curiosidad y entusiasmo alcanzaron las medias más altas,

lo que sugiere implicación e interés. En contraste, las emociones desactivadoras alcanzaron puntuaciones muy bajas, predominando aquellas de valencia positiva (satisfacción y tranquilidad).

En suma, los resultados muestran un perfil emocional positivo y moderadamente activo, con predominio de emociones agradables y un clima afectivo equilibrado y favorable.

Influencia de la variable género en las percepciones y creencias y en las emociones del alumnado

Al objeto de responder a la tercera pregunta de investigación, se han comparado los promedios de hombres y mujeres en ambos cuestionarios (Figura 3).

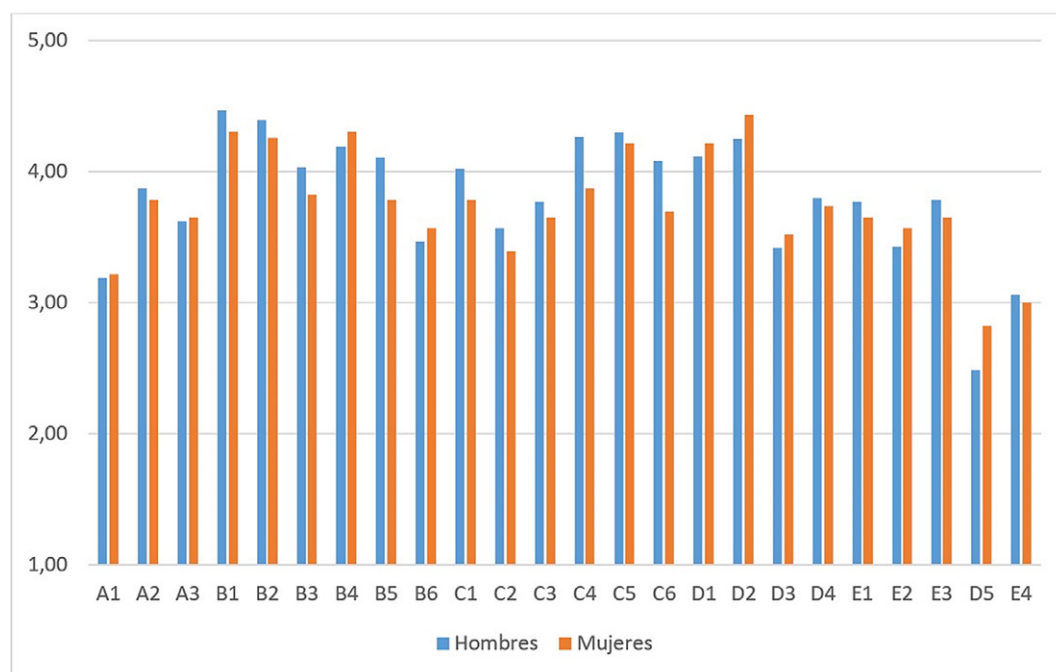


Figura 3. Estudio comparativo de percepciones y creencias en hombres y mujeres

En el cuestionario de percepciones y creencias, se observan promedios parecidos en ambos casos, lo que sugiere limitada influencia de la variable género. No obstante, podemos establecer algunos matices respecto a esta afirmación. En primer lugar, se repite en casi en dos tercios de los ítems puntuaciones ligeramente superiores en los chicos frente a las chicas, lo que sugiere en ellos actitudes algo más favorables. Por otro lado, en dos de los ítems la prueba de U de Mann Whitney mostró diferencias estadísticamente significativas a favor de los hombres; en concreto, en el ítem B5 ($U=733.5$, $p=0,042$), que valoraba el desarrollo de la competencia como ingeniero/a) y en el C4 ($U=686$, $p=0,020$), en el que se evaluaba la percepción de la utilidad de la automática a través de las prácticas. No obstante, en ambos casos los tamaños de efectos fueron pequeños: 0,20 y 0,22 respectivamente.

En el caso de las emociones (Figura 4) se muestra un patrón similar, identificándose diferencias entre hombres y mujeres, aunque esta vez de manera más sistemática. En los cinco primeros ítems, los hombres obtuvieron puntuaciones superiores, lo que sugiere una mayor presencia de emociones positivas. Por el contrario, en los cinco últimos ítems, las puntuaciones fueron más elevadas en las mujeres, indicando una mayor frecuencia de emociones negativas en este grupo.

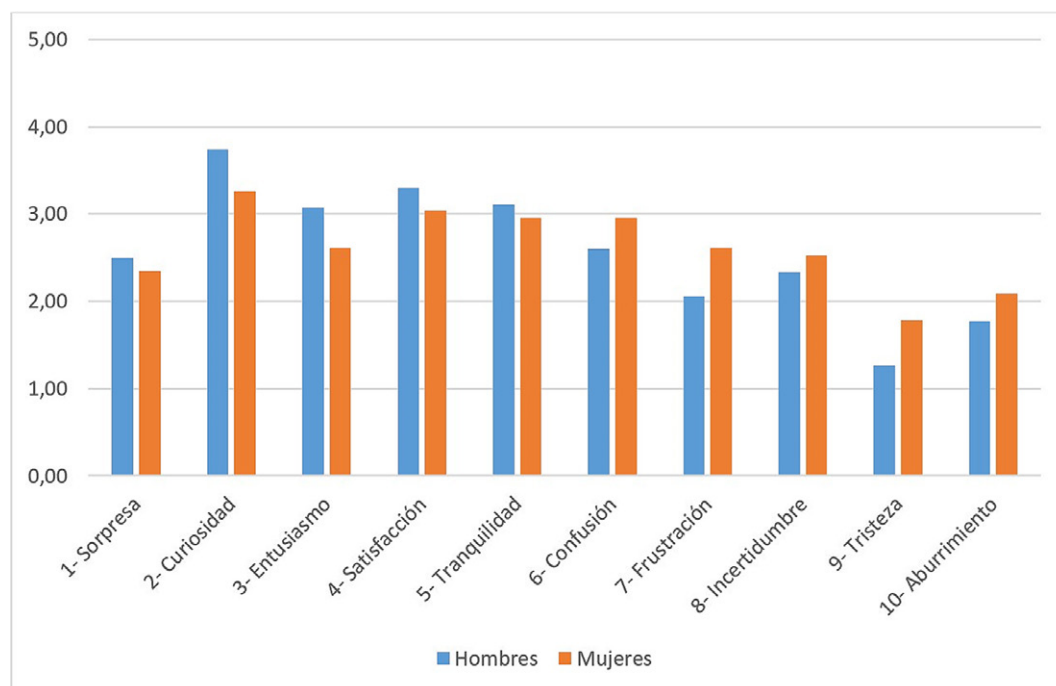


Figura 4. Estudio comparativo de emociones en hombres y mujeres

Para comprobar si las diferencias encontradas son o no estadísticamente significativas, se aplicó de nuevo la prueba de U de Mann Whitney. En este caso, las diferencias superaron el umbral establecido en cuatro de los diez ítems: curiosidad ($U=653,500$, $p=0,012$), entusiasmo ($U=776,5$, $p=0,020$), frustración ($U=675,000$, $p=0,025$) y tristeza ($U=781,000$, $p=0,050$). Quiere esto decir que los hombres manifestaron curiosidad y entusiasmo de forma más marcada que las mujeres, mientras las mujeres incidieron más que los hombres en emociones como frustración y tristeza. Los tamaños de efecto fueron, no obstante, bastante limitados, con valores comprendidos entre 0,20 y 0,24.

Discusión

El estudio analizó las actitudes del alumnado de ingeniería hacia las prácticas de modelización en el laboratorio de Automática, considerando percepciones, emociones y género, con el objetivo de ofrecer un diagnóstico de la experiencia formativa y orientar mejoras didácticas.

En general, las prácticas recibieron una valoración positiva, en línea con Acosta Haro (2025), quien documenta efectos favorables de los laboratorios de automática sobre confianza, autonomía y percepción de utilidad. La percepción de logro de aprendizaje fue la dimensión mejor valorada, evidenciando que los estudiantes reconocen la contribución de las prácticas a la consolidación de conocimientos. No obstante, la percepción de autoeficacia fue más moderada, sugiriendo que, aunque las prácticas refuerzan el aprendizaje, no fortalecen de igual modo la confianza en sus propias capacidades, un factor clave para la motivación y la perseverancia académica (Wu et al., 2021; Hunsu et al., 2023). La dificultad percibida se situó en un nivel equilibrado, suficiente para implicar al alumnado sin generar ansiedad excesiva (Pekrun, 2006; Linnenbrink y Pintrich, 2002).

La utilidad percibida fue positiva, aunque con margen de mejora en la relación con ejemplos prácticos y contextos cotidianos, lo que podría potenciar la motivación intrínseca, tal como indican Wu et al. (2021) y Magana et al. (2016). La gestión docente recibió

valoraciones favorables en recursos, justificación de actividades y coherencia de la evaluación, aunque la retroalimentación individualizada podría reforzarse, alineándose con lo señalado por Hunsu et al. (2023) y Batra y Atiq (2025) sobre la importancia de la retroalimentación continua para fortalecer la autoeficacia y el rendimiento académico.

El fomento de la autoeficacia mostró valores moderadamente positivos, indicando que el alumnado se siente capaz de afrontar retos técnicos, aunque aún existe margen para reforzar su autonomía, especialmente en la resolución de problemas novedosos (Batra y Atiq, 2025; Chen et al., 2023; Lishinski y Rosenberg, 2021; Casado et al., 2018).

La mayor debilidad identificada fue el trabajo cooperativo, con puntuaciones bajas. Ello muestra una limitación importante de la implementación practicada, ya que estudios, como el de Reece et al. (2012), subrayan la importancia del trabajo cooperativo para una mayor motivación, participación y confianza del alumnado de ingeniería. De ahí la necesidad futura de introducir modificaciones en esta dirección, ya que, como esos autores reconocen, el trabajo en equipo crea un ambiente más activo e inclusivo, que mejora la comprensión y el compromiso con el aprendizaje. Pero para ello, habrá que tener presentes que su práctica se realice de un modo estructurado (Alias et al., 2014; Meysami et al., 2024), ya que la falta de roles claros en el alumnado, la ausencia de evaluación formativa y un reparto desigual de responsabilidades, pueden hacerlas resultar mucho menos efectivas.

Por otro lado, el perfil emocional del alumnado revela un predominio de emociones positivas, con curiosidad y satisfacción como las más frecuentes, mientras que emociones negativas como tristeza y frustración obtuvieron puntuaciones bajas. Este patrón sugiere que, en general, el alumnado experimenta emociones que favorecen la motivación y la implicación en las prácticas. Al considerar la valencia de estas emociones, se observa que la mayoría de las experiencias emocionales se sitúan en el rango positivo, lo que es consistente con la teoría del Control-Valor de Pekrun (2006), según la cual la percepción de control y valor sobre las tareas potencia emociones motivacionales y agradables. Por otro lado, al analizar la activación emocional, se aprecia un nivel moderado, indicando que los estudiantes se implican cognitivamente sin experimentar estrés excesivo. La presencia de emociones epistémicas, como la curiosidad, refleja un aprendizaje activo y apertura a la exploración de ideas, aspectos que potencian la resolución de problemas y la creatividad (Ekman, 1992; Barrett y Russell, 1999). Una excepción interesante es la emoción de sorpresa, que obtuvo puntuaciones intermedias; aunque tradicionalmente se considera positiva (Agen y Ezquerro, 2021), algunos autores la describen como ambivalente, pudiendo tener matices positivos y negativos (Noordewier y Breugelmans, 2013).

El análisis de género reveló diferencias sutiles pero presentes, de modo que los hombres puntuaron ligeramente más alto en utilidad percibida y desarrollo de competencias, y las mujeres mostraron más emociones negativas, en línea con estudios previos sobre barreras psico-afectivas en disciplinas científicas y técnicas a nivel universitario (Arandia et al., 2016; Besterfield-Sacre et al., 2001; Chen et al., 2023). Aunque los efectos fueron pequeños, refuerza la necesidad de apoyar emocionalmente a las estudiantes y consolidar su confianza para mejorar la retención femenina en ingeniería (Alias et al., 2014; Meysami et al., 2024).

En conjunto, los resultados permiten identificar diversas vías de mejora en futuras implementaciones, lo cual resulta una de las principales aportaciones de los resultados en IBD. Así, parece necesario reforzar el trabajo cooperativo con roles claros y evaluación grupal, ampliar la retroalimentación individualizada y continua, integrar ejemplos prácticos contextualizados y multidisciplinarios, y atender de manera explícita la dimensión afectiva y las diferencias de género mediante tutorías, mentorías y dinámicas inclusivas.

Conclusiones

La presente investigación, enmarcada en el enfoque de Investigación Basada en Diseño (IBD), proporciona resultados diagnósticos que orientan la introducción de cambios en las prácticas de modelización, los cuales se implementarán en próximos cursos académicos. En este contexto, la modelización requiere ciertas adaptaciones para ser comprendida como un marco para el aprendizaje de las ingenierías, ya que sus prácticas suelen apoyarse en constructos no plenamente coincidentes con los tradicionales. Así, la noción de modelo se vincula en este otro caso con la de *prototipo* o con el *uso de tecnologías* —por ejemplo, simulaciones por ordenador—, adoptando así la modelización un enfoque marcadamente instrumental (Oliva, 2019).

El estudio, por su parte, ofrece un panorama detallado de las actitudes y emociones del alumnado, destacando fortalezas como la valoración del aprendizaje y la utilidad profesional, así como áreas de mejora en el trabajo cooperativo y la retroalimentación.

A partir de los hallazgos, se proponen acciones concretas: fortalecer la cooperación mediante roles definidos y evaluación formativa, ampliar la retroalimentación personalizada, integrar ejemplos contextualizados y multidisciplinarios, promover la autonomía del alumnado y atender la dimensión afectiva y de género mediante tutorías y dinámicas inclusivas. Estas estrategias permitirán un diseño de prácticas más integral, motivador e inclusivo, consolidando los logros alcanzados y abordando las áreas de mejora.

Pero, más allá de su valor aplicado, el estudio aporta contribuciones relevantes para la literatura. Ofrece información novedosa sobre las actitudes del alumnado hacia el laboratorio de Automática, un ámbito escasamente explorado (Acosta Haro, 2025; Mar-Cornelio et al., 2019). Incorpora además el análisis del género como variable de inclusión, y presenta instrumentos válidos y transferibles para la evaluación de actitudes en otras materias de ingeniería. Finalmente, abre nuevas líneas de investigación sobre la interrelación entre las dimensiones actitudinales y emocionales del alumnado, con implicaciones teóricas y prácticas.

En el futuro, se prevén dos líneas principales de trabajo: evaluar el impacto de las nuevas implementaciones en grupos diana, tomando como referencia los resultados actuales, y analizar las relaciones estadísticas entre las dimensiones del cuestionario y las emociones asociadas al aprendizaje. Ambos enfoques fortalecerán la base de evidencia para el rediseño y optimización de la asignatura.

Agradecimientos

Este artículo es parte del proyecto PID2022-136353NB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

Referencias bibliográficas

- Acosta Haro, S. (2025). Uso de un laboratorio virtual de automatización industrial y su relación con la actitud hacia el aprendizaje de estudiantes de ingeniería. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 32, 210-234. DOI: <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24325>
- Agen, F., y Ezquerro, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138. DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
- Alias, M., Lashari, T. A., Akasah, Z. A., y Kesot, M. J. (2014). Translating theory into practice: Integrating the affective and cognitive learning dimensions for effective instruction

- in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 39(2), 212-232. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2013.838543>
- Arandia, E., Zuza, K., y Guisasola, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 558-573. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.04
- Barrett, L. F., y Russell, J. A. (1999). Structure of current affect: Controversies and Emerging Consensus. *Current Directions in Psychological Science*, 8, 10-14. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00003>
- Batra, R., y Atiq, Z. (2025). Emotions and Self-Efficacy of Undergraduate Computing and Engineering Students: A Systematic Literature Review. En *SIGCSE TS 2025 - Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (Vol. 1, pp. 88–94). DOI: <https://doi.org/10.1145/3641554.3701904>
- Baylor, A. L., Rosenberg-Kima, R. B., y Plant, E. A. (2006, April). Interface agents as social models: the impact of appearance on females' attitude toward engineering. En *CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 526-531). DOI: <https://doi.org/10.1145/1125451.1125564>
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. J., y Shuman, L. J. (1997). Characteristics of freshman engineering students: Models for determining student attrition in engineering. *Journal of Engineering Education*, 86(2), 139-149. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.1997.tb00277.x>
- Besterfield-Sacre, M., Moreno, M., Shuman, L. J., y Atman, C. J. (2001). Gender and ethnicity differences in freshmen engineering student attitudes: A cross-institutional study. *Journal of engineering Education*, 90(4), 477-489. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2001.tb00629.x>
- Bielefeldt, A. R. (2011). Incorporating a sustainability module into first-year courses for civil and environmental engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(2), 78–85. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000050](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000050)
- Brown, P. R., McCord, R. E., Matusovich, H. M., y Kajfez, R. L. (2015). The use of motivation theory in engineering education research: a systematic review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 40(2), 186-205. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.941339>
- Chen, X.-Y., Usher, E. L., Roeder, M., Johnson, A. R., Kennedy, M. S., y Mamaril, N. A. (2023). Mastery, models, messengers, and mixed emotions: Examining the development of engineering self-efficacy by gender. *Journal of Engineering Education*, 112(1), 64–89. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20494>
- Chung, C.-C., Cheng, Y.-M., Shih, R.-C., y Lou, S.-J. (2019). Research on the learning effect of the positive emotions of “ship fuel-saving project” APP for engineering students. *Sustainability*, 11(4), Article 1136. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11041136>
- Design-Based Research Collective. 2003. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Eagly, A., y Chaiken, S. (1998). Attitude structure. *Handbook of social psychology*, 1, 269-322.

- Elliot, A. J., y Church, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(1), 218. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.72.1.218>
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition y Emotion*, 6(3-4), 169-200. DOI: <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Espinosa, D., Oliva, J.M., y García-González, E. (2025). Percepciones y actitudes del alumnado de ingeniería ante actividades de modelización tecno-científica. Comunicación presentada en el *XII Congreso Internacional de Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Valencia, España.
- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1): 1–18. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Heywood, J. (1998). Pupils' attitudes to technology: A review of studies which have a bearing on the attitudes which freshmen bring with them to engineering. Paper presented at the *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE.1998.736846>
- Hunsu, N. J., Olaogun, O. P., Oje, A. V., Carnell, P. H., y Morkos, B. (2023). Investigating students' motivational goals and self-efficacy. *Journal of Engineering Education*, 112(1), 108–124. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20500>
- Hutchison, M. A., Follman, D. K., Sumpter, M., y Bodner, G. M. (2006). Factors influencing the self-efficacy beliefs of first-year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 39-47. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00876.x>
- Kline, P. (2014). *An easy guide to factor analysis*. Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315788135>
- Law, K. M. Y., y Chuah. K.B. (2009). What Motivates Engineering Students? A Study in Taiwan. *International Journal of Engineering Education*, 25(5), 1068–1074.
- Law, K. M. Y., y Geng, S. (2019). How innovativeness and handedness affect learning performance. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(4), 897– 914. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9462-3>
- Leena, R., y Bhavani, G. (2024). Evaluating Student Attitudes and Behaviors through SEAL to Achieve Holistic Development in Engineering Education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37, 348-356.
- Lie, R., Selcen Guzey, S., y Moore, T. J. (2019). Implementing engineering in diverse upper elementary and middle school science classrooms: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 104-117. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9751-3>
- Linnenbrink, E. A., y Pintrich, P. R. (2002). The role of motivational beliefs in conceptual change. En M. Limón y L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 301-327). Springer.
- Lishinski, A., y Rosenberg, J. (2021). All the pieces matter: The relationship of momentary self-efficacy and affective experiences with CS1 achievement and interest in computing. En *Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research* (pp. 252–265). ACM. DOI: <https://doi.org/10.1145/3446871.3469740>

- Lönngren, J., Bellocchi, A., Berge, M., Bøgelund, P., Direito, I., Huff, J. L. ..., y Tormey, R. (2024). Emotions in engineering education: A configurative meta-synthesis systematic review. *Journal of Engineering Education*, 113(4), 1287-1326. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20600>
- Magana, A. J., Falk, M. L., Vieira, C., y Reese, M. J. Jr. (2016). A case study of students' computational literacy and self-beliefs. *Computers in Human Behavior*, 61, 427-442. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.025>
- Mar-Conelio, O., Santana-Ching, I., y González-Gulín, J. (2019). Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control. *Revista Científica*, 36(3), 356-366. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.14893>
- Meysami, A., Kelouwani, S., Cuilliere, J. C., Francois, V., Amamou, A., y Allani, B. (2024). An efficient indoor large map global path planning for robot navigation. *Expert Systems with Applications*, 248, 123388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.123388>
- Noordewier, M. K., y Breugelmans, S. M. (2013). On the valence of surprise. *Cognition y emotion*, 27(7), 1326-1334. DOI: <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.777660>
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R. y Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *International handbook of emotions in education*. Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Pereira, A. L., y Miller, M. H. (2012). Gender comparisons of mechanical aptitude, prior experiences, and engineering attitudes for mechanical engineering students. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 18(3), 255-271. DOI: <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2013003830>
- Raat, J.H. (1992). PAT A research Project into Pupils' attitude towards technology. In *Proceedings Technology Education -A Global Perspective*. PATT/ International Technology Association, Reston. VA
- Raat, J. H., y de Vries, M. (1985). *What do 13-Year old pupils think about technology? The conception of and the attitude towards technology of 13-year old girls and boys*. Eindhoven University of Technology.
- Reece, M. A., Rone, T. R., y White, C. (2012, June). Implementation of cooperative learning techniques to increase minority student interest. En *RF/microwave engineering. In 2012 ASEE Annual Conference y Exposition* (pp. 25-730). DOI: <https://doi.org/10.18260/1-2--21487>
- Rosenberg, M. J., y Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective, and behavioral components of attitudes. En C. I. Hovland y M. J. Rosenberg (Eds.), *Attitude organization and change* (pp. 1-14). Yale University Press.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178. DOI: <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Simarro Rodríguez, C., y Couso Lagaron, D. (2022). Didáctica de la ingeniería: tres preguntas con visión de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(3), 147-164. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3507>

- Tabachnick, B. G. y Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics (7th ed.)*. Pearson.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., y Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Tzeng, S. Y., Yu, K. C., Wu, P. H., y Fan, S. C. (2024). Do attitudes matter? An investigation into students' attitudes toward engineering and learning performances through engineering-focused STEM curricula. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09899-1>
- Wu, L. L., Fischer, C., Rodriguez, F., Washington, G. N., y Warschauer, M. (2021). Project-based engineering learning in college. *SN Social Sciences*, 1(12), 287. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00286-4>

Anexo 1.

Cuestionario de Percepciones y Creencias en torno a las Prácticas de Automática CPCPA

- A1 El contenido de las prácticas de Automática me ha resultado difícil
- A2 Estas prácticas son difíciles para mi nivel actual de matemáticas e ingeniería
- A3 Estas prácticas han sido más difíciles que las de otras asignaturas
- B1 Estas prácticas facilitan la comprensión de la automática
- B2 En estas prácticas he aprendido sobre Automática
- B3 No aprendí suficiente a través de estas prácticas
- B4 A través de estas prácticas aprendí más de lo que esperaba
- B5 Creo que estas prácticas han desarrollado mis competencias como ingeniero
- B6 Tras estas prácticas veo que soy capaz de abordar cualquier problema de ingeniería o intentarlo
- C1 Las prácticas me serán útiles para mi futuro profesional
- C2 Las prácticas de automática me han ayudado a entender aspectos de la vida cotidiana
- C3 Estas prácticas me han servido para preparar mi futuro laboral
- C4 A pesar de estas prácticas, sigo sin ver la utilidad de la automática
- C5 El contenido de las prácticas es útil para un ingeniero
- C6 No llego a ver el uso que puedo dar en el futuro a los estudiado en estas prácticas
- D1 Los recursos utilizados durante las prácticas han sido adecuados
- D2 El docente explicó los objetivos de cada práctica antes de realizarla
- D3 Se ha hecho seguimiento de los avances del alumnado ofreciendo retroalimentación
- D4 Estoy conforme con los procedimientos de evaluación usados para las prácticas
- D5 Me habría gustado trabajar de forma más cooperativa con mis compañeros
- E1 Estas prácticas me hacen desconfiar de mi capacidad para afrontar retos y desafíos
- E2 Estas prácticas han contribuido a mejorar mi autoestima intelectual
- E3 Estas prácticas me hacer dudar de mi capacidad de aprender
- E4 En las prácticas, he preferido preguntar que recurrir a mis ideas