

## CAPÍTULO 23

### MATEMÁTICAS APLICADAS AL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES: UNA PERSPECTIVA PRÁCTICA DE ENSEÑANZA EN NIVELES POSTOBLIGATORIOS NO UNIVERSITARIOS EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

CÉSAR DÍAZ PARGA\* Y GONZALO CASTIÑEIRA VEIGA\*\*

*\*CITIUS, Universidade de Santiago de Compostela;*

*\*\*Universidade de Santiago de Compostela*

#### INTRODUCCIÓN

Las matemáticas han sido una disciplina fundamental desde los inicios de la educación, adoptando diversas formas a lo largo del tiempo hasta llegar al formato ampliamente reconocido en la actualidad. Sin embargo, a pesar de su evolución, la conexión emocional de los estudiantes con las matemáticas no ha avanzado al mismo ritmo, planteando así un desafío significativo en su enseñanza.

La problemática principal derivada de esta desconexión es el abandono generalizado de las disciplinas científicas y, en casos más graves, el fracaso escolar. Este fenómeno, en términos generales, está asociado a la incertidumbre de los estudiantes sobre la utilidad de las matemáticas en su futuro cercano. Con frecuencia, se argumenta que su propósito es propedéutico o está orientado a brindar más oportunidades laborales en el futuro, perpetuando así una tendencia hacia el academicismo en lugar de fomentar la comprensión.

En respuesta a este problema, han surgido enfoques innovadores destinados a reconectar a los alumnos con las matemáticas. Una de las aproximaciones más exitosas es la integración de las matemáticas con diversas áreas del conocimiento dentro del contexto educativo del estudiante, facilitada por las propuestas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) (Reyes et al., 2018). Esta perspectiva no solo busca comprensión, sino también utilidad, satisfaciendo así la necesidad de relevancia para los alumnos, según señala Lapuebla et al. (2019).

La desmotivación es un factor común en todas las etapas educativas, pero se intensifica en los niveles superiores preuniversitarios, donde las matemáticas suelen percibirse como un obstáculo para alcanzar la formación deseada en el futuro. Por lo tanto, es crucial aprovechar asignaturas transversales que no tienen el peso de ser evaluadas en los exámenes de acceso a la universidad para abordar este problema. La propuesta presentada en este trabajo utiliza la asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de segundo de bachillerato para incorporar nuevos elementos de interés para el alumno, como la manipulación de imágenes o el

uso de la inteligencia artificial; esta última resaltada por Becker et al. (2017) como fundamental para incluir en la educación.

### **Desmotivación del alumnado de cara a las matemáticas**

Durante muchos años, las matemáticas han experimentado una marcada falta de popularidad y atractivo entre la mayoría de los estudiantes, generando un rechazo generalizado hacia esta disciplina. Hidalgo (2004) identificó una tendencia circular que abarcaba dificultad, aburrimiento, fatalismo, bajo autoconcepto, desmotivación, rechazo y nuevamente dificultad. En este contexto, el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas se vuelve crucial para superar la barrera existente entre ellos y esta materia.

Estas actitudes pueden entenderse como la intensidad del afecto del alumnado (Thurstone, 1928), una suma de sentimientos y emociones en el proceso de aprendizaje (Gal y Garfield, 1997), o la disposición psicológica personal que implica valoraciones positivas o negativas basadas en elementos cognitivos, afectivos o de conducta (Eagly y Chaiken, 1993). El objetivo de las actividades dirigidas a tratar esta problemática es transformar estas actitudes en interés y satisfacción respecto al objeto de estudio, la matemática.

El origen de estas actitudes es una cuestión crucial que a menudo se atribuye exclusivamente a los estudiantes, sin examinar el contexto educativo. En España, un estudio del INEE (Méndez, 2015) reveló una sólida relación entre el rendimiento y las prácticas docentes, destacando la innovación, el trabajo en grupo y la retroalimentación constante como factores determinantes para cambiar las actitudes de los estudiantes. Además, la persistencia de estas actitudes a lo largo del tiempo las integra en la sociedad, desempeñando un papel crucial en el entorno familiar de los alumnos. En este sentido, Orjuela et al. (2019) sostienen que la aversión matemática de los progenitores se proyecta en sus hijos, generando rechazo y falta de motivación para aprender matemáticas.

Además de estos aspectos, otro factor clave en la formación de las actitudes de los estudiantes es la utilidad. Lapuebla et al. (2019) señalaron que la dificultad constante para motivar a los estudiantes en matemáticas está estrechamente ligada a la falta de utilidad, proponiendo como solución la realización de actividades que permitan al alumno percibir este aspecto.

Sin embargo, junto con estos elementos, también entra en juego el interés o la ansiedad que los estudiantes puedan desarrollar frente a las propuestas educativas. Como señaló Orjuela et al. (2019), "el estudiante opta por aquello donde mejor se desenvuelve, generando rechazo sobre lo que se dificulta".

Por este motivo, las propuestas deben ser formativas y sumativas, permitiendo cambiar las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, transformándolas de obstáculos a herramientas para comprender las realidades que los rodean.

### **Relevancia de las propuestas STEAM**

En el contexto de la creciente tendencia hacia la integración y la conexión de las matemáticas con el mundo real y otras áreas del conocimiento, las propuestas STEAM adquieren especial relevancia. Esta metodología integradora surgió a mediados del siglo pasado como respuesta a la necesidad de preparar a las nuevas generaciones de estudiantes para la sociedad tecnológica actual (Casal, 2019). La confluencia de disciplinas dio origen al término STEAM, propuesto por Georgette Yakman, donde se incorpora a lo anterior la interpretación de la ciencia y la tecnología a través de las artes (Yakman, 2008).

Estas propuestas se distinguen por un aspecto clave: la enseñanza y el aprendizaje se abordan de manera integral en lugar de como áreas de conocimiento independientes. Esta metodología resulta especialmente útil para que los estudiantes desarrollen habilidades de orden superior, permitiendo la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la comprensión de contenidos, el desarrollo curricular efectivo e innovador, así como el pensamiento inteligente y creativo en la resolución de problemas.

Sin embargo, es importante señalar que estas propuestas no son suficientes por sí solas para el aprendizaje de las matemáticas. Se requiere adaptar las actividades de manera que aborden de manera integral los conceptos matemáticos a transmitir, evitando que se utilicen únicamente como herramientas al servicio de otras disciplinas (Fernández-Blanco et al., 2020). Autores como Simarro y Couso (2018) han explorado la dificultad para encontrar propuestas STEAM centradas específicamente en las matemáticas, donde se analice de manera efectiva la comprensión de los conceptos matemáticos involucrados. En el caso del bachillerato, Fernández-Blanco et al. (2020) destacan la escasa presencia de este tipo de actividades en esta etapa educativa y cómo van desapareciendo a medida que aumenta el nivel educativo.

### **El uso de las nuevas tecnologías en educación**

La irrupción de las nuevas tecnologías en la educación es un fenómeno inherente al progreso de la sociedad, demandando una adaptación del sistema educativo para formar individuos acordes a los cambios actuales. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) desempeñan un papel crucial, siendo reconocidas como fuente de motivación y mejora del comportamiento estudiantil (López y Albaladejo, 2009).

Sin embargo, el mero empleo de las TIC no garantiza el éxito en la motivación de los estudiantes; es esencial una implementación adecuada por parte del profesorado para que este cambio de actitudes sea perceptible (Valencia y De Casas Moreno, 2019). Estas iniciativas deben ser contextualizadas, ajustándose al entorno específico de los estudiantes y evitando enfoques genéricos.

Cuando se utilizan de manera efectiva en la educación, las TIC se convierten en herramientas para construir nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje, adaptándose a metodologías modernas y creativas que favorecen la educación personalizada (Rodríguez y González, 2018). Tecnologías como los espacios maker, la robótica, las tecnologías analíticas, la realidad virtual, la inteligencia artificial (IA) y el internet de las cosas (IoT) son ejemplos que destacan en estos nuevos procesos (Becker et al., 2017).

La inteligencia artificial (IA) ha suscitado interés y es objeto de proyectos educativos como AI+ (AI+, s.f.). Aunque omnipresente en la sociedad, sus dimensiones a menudo no se comprenden completamente, centrándose el foco en este trabajo en los procesos matemáticos subyacentes y la relación de imágenes con operaciones matemáticas. Una rama de interés es el aprendizaje automático, que busca crear sistemas capaces de aprender automáticamente (Calabuig et al., 2021), ofreciendo oportunidades amplias para experiencias educativas. Sin embargo, la complejidad de estos conceptos puede abrumar a los alumnos, destacando la necesidad de simplificar y adoptar enfoques más transversales para mejorar la comprensión y la experiencia educativa (Bertochi et al., 2021).

Una manera eficaz de familiarizar a los estudiantes con estos conceptos es a través de la programación, que actúa como un enlace entre las técnicas más avanzadas y la realidad que experimentan los alumnos. La programación les brinda la oportunidad de interactuar con tecnologías de vanguardia en el mundo digital mediante simples líneas de código en un lenguaje de programación. Según del Mar Sánchez-Vera y González-Martínez (2019), estos lenguajes representan herramientas del pensamiento abstracto que permiten transformar ideas en un conjunto de instrucciones específicas para modelar la realidad, con el propósito último de facilitar la comprensión de conceptos desafiantes en el contexto educativo.

A raíz de todos estos datos, cabe preguntarse si a través de un proyecto STEAM donde se incorporan tecnologías no vistas por los alumnos, es posible tratar la desmotivación del alumnado respecto a las matemáticas en etapas tardías de su etapa educativa.

Sintetizando todo lo descrito anteriormente, surge como objetivo principal de este trabajo determinar si mediante un proyecto STEAM es posible mejorar la afectividad y el sentido de utilidad de las matemáticas por parte del alumnado de 2º de bachillerato.

La consecución de este objetivo se logrará a través de:

- Observar si los contenidos matemáticos trasladados se comprenden adecuadamente.
- Observar si la introducción de IA y nuevas tecnologías genera un contexto facilitador.
- Observar si se perciben cambios en las actitudes del alumnado de cara a las matemáticas.
- Evaluar si la integración de conocimientos es percibida como positiva por el alumnado.

## **MÉTODO**

En esta investigación, se empleó la metodología basada en proyectos para implementar una propuesta didáctica centrada en el lenguaje de programación Python, orientada hacia la inteligencia artificial y la manipulación de imágenes. El objetivo principal de este proyecto era desarrollar un sistema sencillo de reconocimiento de personas mediante el uso de imágenes previamente procesadas y técnicas de inteligencia artificial. La ejecución de este proyecto no solo contribuyó a ampliar el conocimiento de los estudiantes en programación como una herramienta para abordar situaciones complejas, sino que también les permitió entender la correspondencia computacional entre las imágenes y las matrices de datos, asociando diversas acciones sobre las imágenes con operaciones matriciales.

### **Participantes**

En este trabajo participó un grupo de alumnado de TIC II de segundo de bachillerato formado por 8 alumnos y alumnas de diverso perfil académico. La clasificación según este perfil se realizará con base en la especialidad de bachillerato elegida por cada alumno: Ciencias, Humanidad o Ciencias Sociales.

### **Instrumentos**

Los instrumentos utilizados se pueden clasificar en dos categorías: docentes y de recopilación de datos. En el primer grupo se incluyen los materiales asociados a la propuesta, como códigos y recursos propios para explicar conceptos de IA, una Raspberry Pi utilizada en las pruebas finales y materiales del proyecto AI+ (AI+, s.f.) como apoyo formativo.

En cuanto a la recopilación de datos, se emplearon dos cuestionarios anónimos: uno inicial para evaluar los preconceptos de los estudiantes y otro final que permitió analizar las variaciones en su percepción, así como la satisfacción general con la actividad.

Estos cuestionarios, compuestos por 20 y 26 preguntas respectivamente, incluyeron afirmaciones sobre la afectividad hacia las matemáticas adaptadas de un cuestionario validado (Alemany y Lara, 2010). Las respuestas se recogieron mediante una *escala de Likert* de 5 ítems, que iba desde 1 (Totalmente en desacuerdo) hasta 5 (Totalmente de acuerdo). También se incorporaron preguntas adicionales para evaluar el impacto de la tecnología, la innovación y la IA en el proceso educativo.

### Procedimiento

La propuesta implementada consistió en 10 sesiones que alternaron actividades teóricas con prácticas, tanto individuales como grupales. En la parte teórica, se introdujeron los conceptos asociados con la inteligencia artificial, estableciendo una base antes de abordar las actividades prácticas. El enfoque pedagógico se centró en fomentar el debate y la formulación de preguntas, brindando retroalimentación continua para evaluar la percepción de los estudiantes. En la parte práctica, se suministraron códigos fuente en Python para abordar progresivamente los contenidos teóricos, involucrando a los estudiantes en problemas reflexivos que requerían razonamiento en lugar de simplemente ejecutar programas de forma mecánica.

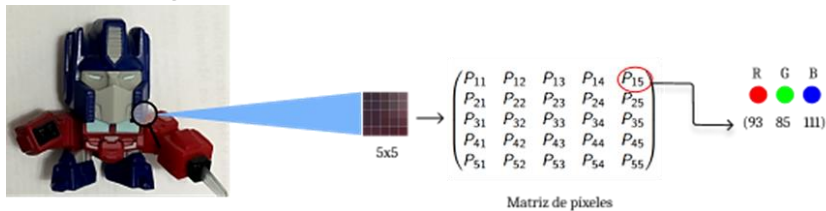
Las actividades se encuentran recogidas en la Tabla 1, donde se indica el título de la actividad, una breve descripción de las tareas a realizar y la duración en términos de sesiones de clase de 50 minutos. Como ejemplo, a continuación se describe la segunda sesión del proceso de "Representación de la información".

*Tabla 1. Desglose de actividades realizadas*

Título	Descripción	Duración
Presentación de la actividad	Breve introducción y presentación de las actividades a realizar. Recogida de datos con el primer cuestionario.	1
Introducción a la IA	Presentación genérica sobre los aspectos generales de la inteligencia artificial y los sistemas inteligentes.	1
Percepción de un sistema	Explicación de cómo un sistema inteligente es capaz de percibir los datos del entorno que lo rodea.	1
Representación de la información	Explicación de cómo el sistema representa y almacena los datos que ha percibido, haciendo especial hincapié en la representación matemática que hay detrás de las imágenes y cómo eso puede ser utilizado por una IA.	2
Aprendizaje y razonamiento	Presentación del concepto de red neuronal y pequeños ejemplos de la forma en que los datos representados sirven de base para construir un sistema inteligente.	1
Proyecto de reconocimiento facial	Implementación de un proyecto integrador que consolide los temas abordados en las sesiones anteriores, con la creación de un sistema elemental de reconocimiento de personas. Los participantes trabajan en grupos y al concluir la última sesión, se prueba en la Raspberry Pi pre-configurada. La última sesión incluyó la realización del segundo cuestionario.	4

La segunda sesión del bloque mencionado anteriormente, se construyó sobre el aprendizaje previo acerca de cómo los ordenadores representan información visual a través de imágenes. Se fomentó la participación de los alumnos mediante preguntas que los guiaron hacia la comprensión de conceptos clave, como el papel de las matrices en la estructura de las imágenes y la aplicación de la trigonometría en operaciones como la rotación. La representación matricial de una imagen se explica como una matriz con filas y columnas equivalentes a la resolución de la imagen, donde cada elemento representa un píxel con tres componentes de color RGB. Se ilustra este concepto con un ejemplo en la Figura 1. Posteriormente, se reflexionó sobre la omnipresencia de las matemáticas en el procesamiento computacional, destacando su importancia. Finalmente, de manera expositiva, se detallaron las operaciones con imágenes introducidas en la sesión anterior, resaltando los procesamientos matemáticos subyacentes.

Figura 1. Resultado del análisis computacional



### Análisis de datos

En esta experiencia se obtienen dos tipos de datos: las respuestas de los cuestionarios y las notas del desempeño del alumnado recogidas en el diario de aula. Para analizar las respuestas de las afirmaciones validadas en los cuestionarios, se empleó el procedimiento descrito por Alemany y Lara (2010), donde se hace una división de las actitudes en tres dimensiones: cognitiva, afectiva y conductual. Las demás preguntas evaluaron si la propuesta no solo era apropiada para el nivel educativo, sino también si las TIC cumplían el propósito motivador y facilitador sugerido por Valencia y De Casas Moreno (2019).

Las notas de clase se utilizaron para respaldar la discusión de los resultados y comprender ciertos comportamientos que no quedaban completamente definidos con los cuestionarios.

### RESULTADOS

Los resultados presentados a continuación provienen de un grupo de 8 estudiantes de 2º de bachillerato. En la primera sesión, 6 estudiantes respondieron al cuestionario y, en la última sesión, participaron 7.

Es relevante señalar que de estos últimos, 6 fueron los mismos que completaron el cuestionario inicial, lo que permitió examinar las variaciones desde el inicio hasta el final de la propuesta. Los datos de los cuestionarios se obtuvieron calculando el promedio de las respuestas para cada afirmación.

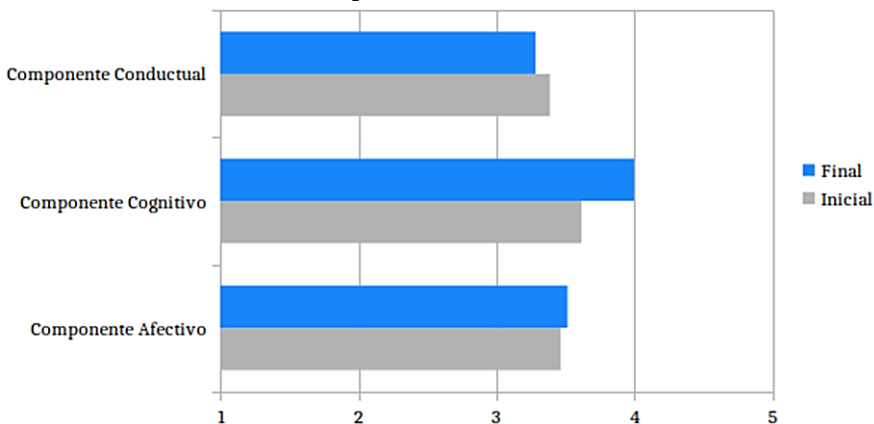
### Actitudes de cara a las matemáticas

Las distintas dimensiones fueron analizadas individualmente, extrayendo los datos a nivel de cada afirmación propuesta. Las dimensiones cognitiva, afectiva y social hacen referencia a las relaciones emocionales, la importancia y los comportamientos que el alumnado tiene frente a las matemáticas, respectivamente.

Una vez recopilados los datos obtenidos de las encuestas, se obtuvo un promedio para cada componente, ofreciendo una visión integral de su evolución a lo largo de la propuesta, tal y como se representa en la Figura 2. Al examinar cada componente de manera individual, se observa que la dimensión afectiva experimentó una mejora leve, indicando un aumento ligero en el aprecio por las matemáticas, que ya era alto inicialmente. La dimensión conductual evidenció una mejora significativa, principalmente gracias a la integración de proyectos STEAM, que permitió a los estudiantes conectar las matemáticas con su entorno social y tecnológico. Por último, la dimensión cognitiva fue la única que experimentó un leve descenso.

Después de analizar los cuestionarios, se determinó que esto puede ser consecuencia de la temporización ajustada para los conceptos teóricos, lo que generó dificultades en la comprensión de aspectos más complejos. Esto llevó a solicitudes por parte de los estudiantes para extender la propuesta que, lamentablemente, no pudieron atenderse debido a factores externos a esta actividad.

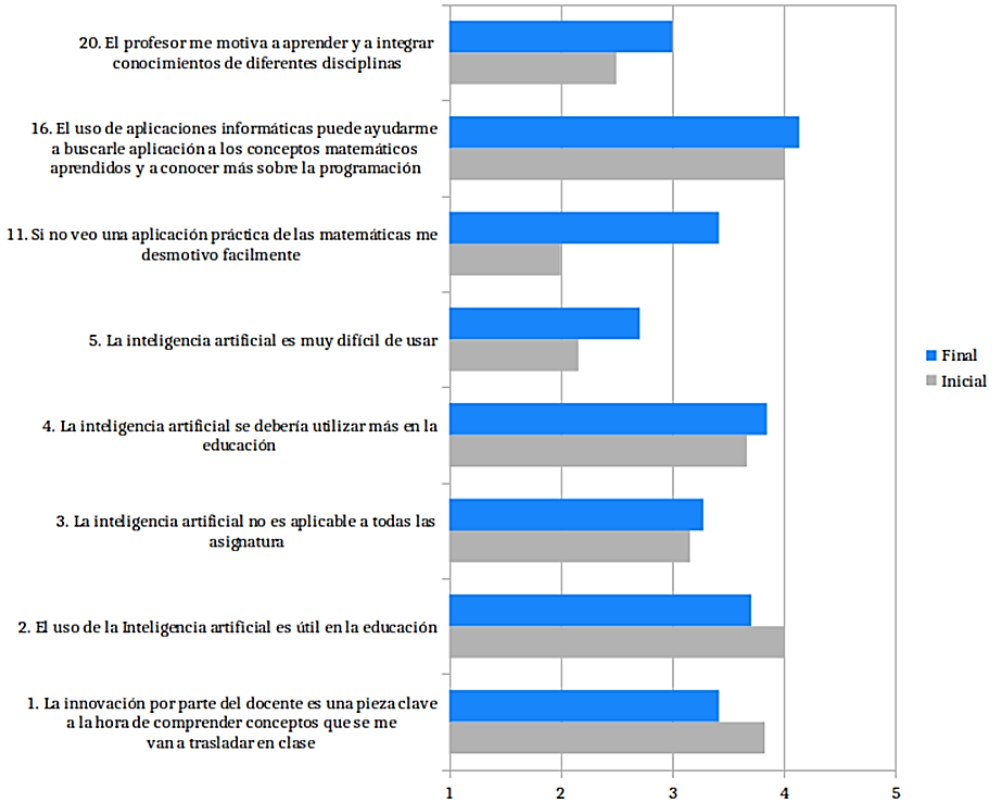
Figura 2. Gráfico de puntuaciones medias para cada una de las componentes actitudinales



### Actitudes de cara a la Inteligencia Artificial

A continuación se trataron los datos relativos a la componente más innovadora relacionada con la propuesta y que incluye la aplicación de nuevas soluciones tecnológicas, entre las que destaca la IA. En este caso, el análisis de los datos de las cuestiones relativas a este ámbito se aborda de forma conjunta. Dichas cuestiones quedan recogidas en la Figura 3.

Figura 3. Gráfica de resultados de innovación



En la Figura 3, inicialmente puede parecer que los estudiantes no perciben la innovación como algo necesario para comprender la clase. Sin embargo, al profundizar en los comentarios orales de los estudiantes, este resultado indica que no consideran que la innovación sea, por sí sola, una necesidad para comprender los conceptos que se les están enseñando. Ellos ven como imprescindibles otras actitudes por parte del profesorado, como el apoyo, la guía y la confianza. Esto sugiere que la innovación no puede avanzar de manera aislada, sino que debe ir acompañada del esfuerzo y la orientación docente que involucre a los alumnos en todo momento.

Por lo tanto, parece que los estudiantes son conscientes de esto, lo cual concuerda con lo propuesto por Valencia y De Casas Moreno (2019).

En relación con esta innovación, se observa un aumento en el porcentaje de estudiantes que están bastante de acuerdo en que es necesaria (afirmación 2) y que se debe incrementar del uso de la IA en el ámbito educativo (afirmación 4). En consonancia con esta idea de innovación, un factor crucial es la comprensión de las matemáticas, algo esencial, pero poco presente durante el bachillerato, como señalan Fernández-Blanco et al. (2020). En este sentido, el uso de aplicaciones informáticas logró que los estudiantes fueran conscientes de estas posibilidades, evidenciándose un aumento en la afirmación 16 de la Figura 2.

Contrariamente a esto, se observa que los estudiantes adquirieron ideas contrarias a lo que se pretendía transmitir, como se puede ver en el análisis de las afirmaciones 2 y 3. Esto se refleja en una leve disminución en la percepción de utilidad de la IA y un leve aumento en la creencia de su falta de aplicabilidad en diversas materias. Esto implica la necesidad de reformular ciertos contenidos teóricos para acercar más la IA a los estudiantes y que la perciban como útil y aplicable en una variedad de materias y ámbitos de su vida. Otro hecho que respalda esta necesidad de reformulación de algunos aspectos de la propuesta es el aumento en la percepción de los estudiantes de que la IA es un campo difícil de manejar (afirmación 5). Aunque se intentó presentar de la manera más sencilla posible, adaptando los contenidos a la materia, lo que inicialmente parecía adecuado no lo fue tanto para los estudiantes. Sin embargo, al final, los resultados fueron globalmente satisfactorios y los estudiantes se mostraron motivados.

Además de lo anterior, es relevante destacar que la afirmación 11 es donde se observa el mayor contraste entre la parte inicial y final. Esto puede interpretarse como que, anteriormente, los estudiantes no eran tan conscientes de las utilidades inmediatas de las matemáticas, ya que era común para ellos simplemente reproducir fórmulas y métodos. Sin embargo, al poder observarlas a través del proyecto, expresaron que para comprenderlas verdaderamente necesitaban ver su utilidad.

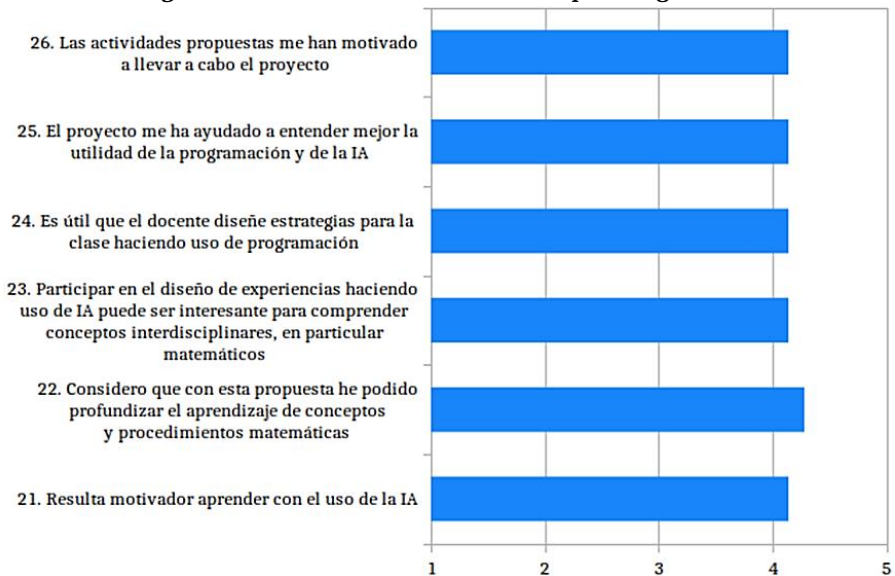
En resumen, las tareas tuvieron un impacto positivo en la motivación y la integración del conocimiento de los estudiantes. Al adoptar una actitud innovadora y centrada en los alumnos, estos se sintieron más motivados hacia un aprendizaje integrador basado en una pequeña propuesta STEAM. Gracias a esto, se evidencia cómo, en la última afirmación (número 20), la valoración del profesor como Figura que los motiva y ayuda a integrar conocimientos se ve considerablemente reforzada.

### Valoración global

A nivel global, según se observa en la Figura 4, se solicitó a los estudiantes una evaluación integral de la propuesta.

Se les presentaron diversas afirmaciones relacionadas con saber si disfrutaron de la actividad y si estuvieron de acuerdo con los aspectos presentados en esta propuesta. Los resultados fueron sumamente positivos, indicando que esta experiencia les permitió familiarizarse con conceptos matemáticos previamente desconocidos para ellos. Además, señalaron que contribuyó a mejorar sus habilidades en programación e inteligencia artificial, todo ello en un entorno motivador e interesante.

Figura 4. Gráfica de valoración de aspectos globales



### DISCUSIÓN/CONCLUSIONES

En este proyecto educativo, se implementó una propuesta STEAM que fusionó la Inteligencia Artificial y las matemáticas con el propósito de abordar la desmotivación estudiantil hacia esta disciplina. El objetivo central era motivar a los estudiantes y destacar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y en un entorno digital en constante evolución.

En líneas generales, la propuesta logró cumplir su objetivo principal, según evidencian los cuestionarios y las observaciones en el aula. No obstante, es crucial señalar que el éxito de la propuesta se vio favorecido por el elevado nivel de competencias digitales de los estudiantes y el entorno escolar en el que se desarrolló. A pesar de los éxitos, algunos estudiantes enfrentaron desafíos al trabajar con la

Inteligencia Artificial, surgiendo la necesidad de abordar estas dificultades en futuras implementaciones.

En cuanto a los resultados, la propuesta logró mejorar la percepción de los estudiantes sobre las matemáticas, fomentando su interés en la interdisciplinariedad y la aplicación de las matemáticas en diversos contextos. También destacó la relevancia de las tecnologías de la información y la comunicación en la motivación estudiantil.

En resumen, este enfoque educativo demostró su eficacia al mejorar la valoración de las matemáticas y la motivación de los estudiantes. Sin embargo, se enfrentó a desafíos relacionados con el tiempo y la profundidad del proyecto. Se sugiere que, como trabajo futuro, se amplíe la duración del proyecto para permitir una exploración más detallada y se considere su aplicación en conjunción con otras áreas STEAM que permitan percibir al alumnado el potencial de las matemáticas en el entorno que les rodea.

## REFERENCIAS

- AI+ (s.f.). *AI+*. Recuperado de: <https://aipudc.azurewebsites.net/>
- Aleman Arrebola, I. y Lara, A.I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de ESO: un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.
- Becker, S.A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C.G., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition* (pp. 1-60). The New Media Consortium.
- Bertochi, S., Navarro, J., Rodríguez, J., y Cecchi, L. (2021). Enfoque didáctico para la enseñanza transdisciplinar de la inteligencia artificial. En *XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología-TE&ET 2021*. Universidad Nacional de la Plata.
- Calabuig Rodríguez, J.M., García Raffi, L.M., y Sánchez Pérez, E.A. (2021). Aprender como una máquina: Introduciendo la inteligencia artificial en la enseñanza secundaria. *Modelling in Science Education and Learning*, 14(1), 5-14.
- Casal, J.D. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 2, 154-168.
- Del Mar Sánchez-Vera, M. y González-Martínez, J. (2019). Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7.
- Eagly, A.H. y Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Fernández-Blanco, T., González-Roel, V., y Ares, A.Á. (2020). Estudio exploratorio de las steam desde las matemáticas Exploratory study of steam from mathematics. *Saber & Educar*, 28.
- Gal, I. y Garfield J.B. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. En I. Gal y J.B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 37-51). IOS. Press. Voorburg.

Hidalgo Alonso, S., Maroto Sáez, A., y Palacios Picos, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación*, 334, 75-98.

Lapuebla Ferri, A., Giménez Palomares, F., y Jiménez Mocholi, A.J. (2019). Comprender las matemáticas de secundaria y bachillerato desde las asignaturas universitarias: Una propuesta de docencia transversal basada en elasticidad y resistencia de materiales. *Modelling in Science Education and Learning*, 12(2), 125-134.

López, M.D.M.G. y Albaladejo, I.M.R. (2009). Influencia de las nuevas tecnologías en la evolución del aprendizaje y las actitudes matemáticas de estudiantes de secundaria. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 369-396.

Méndez, I. (2015). *Prácticas docentes y rendimiento estudiantil. Evidencia a partir de TALIS 2013 y PISA 2012*. Gobierno de la Rioja e Instituto Nacional de Evaluación Educativa: Fundación Santillana.

Obando Zapata, G.D.J. y Múnera Córdoba, J.J. (2003). Las situaciones problema como estrategia para la conceptualización matemática. *Revista Educación y Pedagogía*, 35.

Orjuela, C., Hernández, R., y Cabrera, L.M. (2019). Actitudes hacia la matemática: algunas consideraciones en su relación con la enseñanza y el aprendizaje de la misma. *Revista de Educación Matemática*, 34(2), 23-38.

Rodríguez, S.D. y González, M.F. (2018). Análisis de la implantación de las TIC en la Educación Secundaria. Tendencias tecnológicas actuales. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 11(22).

Simarro Rodríguez, C. y Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué? *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 81, 49-56.

Taylor, P.C. (2016). Why is a STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century? En *Conference: Australian Council for Education Research: 'Improving STEM Learning - What Will It Take?'* Brisbane Convention Centre, Qld.

Thurstone, L.L. (1928). Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology*, 33(4), 529-554.

Valencia, A.J.A. y De Casas Moreno, P. (2019). El uso de las TIC como herramienta de motivación para alumnos de enseñanza secundaria obligatoria. Estudio de caso español. *Hamut´ Ay*, 6(3), 37-49.

Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*.

Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/327351326\\_STEAM\\_Education\\_an\\_overview\\_of\\_creating\\_a\\_model\\_of\\_integrative\\_education](https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)