

## Inteligencia Artificial y Machine Learning como recurso educativo desde la perspectiva de docentes en distintas etapas educativas no universitarias

Artificial Intelligence and Machine Learning as an educational resource from the perspective of teachers at different non-university educational stages

Pablo Dúo Terrón 

Universidad Internacional de La Rioja (España)

[pablo.duo@unir.net](mailto:pablo.duo@unir.net)

Antonio José Moreno Guerrero 

Universidad de Granada (España)

[ajmoreno@ugr.es](mailto:ajmoreno@ugr.es)

Jesús López Belmonte 

Universidad de Granada

[jesuslopez@ugr.es](mailto:jesuslopez@ugr.es)

José Antonio Marín Marín 

Universidad de Granada (España)

[jmarin@ugr.es](mailto:jmarin@ugr.es)

Recibido: 28/07/2023

Aceptado: 27/11/2023

Publicado: 1/12/2023

### RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) está considerada la cuarta revolución industrial y está provocando profundos cambios en la sociedad del siglo XXI. Además, tiene el potencial de afrontar los mayores retos en el campo de la educación como implantar metodologías activas innovadoras a través de proyectos STEAM utilizando IA. Esta investigación tiene como objetivo principal identificar el impacto que tiene el aprendizaje automático o *machine learning*, subcampo de la IA, como recurso educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes etapas educativas no universitarias analizando la edad, el género y la experiencia previa en proyectos y conocimientos de la IA desde el punto de vista del profesorado. Fue empleado un método cuantitativo de carácter descriptivo y comparativo. El instrumento utilizado está basado en un cuestionario de 25 ítems y 2 preguntas abiertas. En la muestra han participado de manera libre y voluntaria docentes ( $n=92$ ) pertenecientes a las comunidades autónomas de Asturias, Extremadura y la Ciudad Autónoma de Ceuta, los cuáles han asistido a un curso de formación sobre IA para realizar proyectos de innovación en el aula. Los principales resultados ofrecen unos valores altos de media en todos los docentes para implantar proyectos basados en IA como recurso educativo. Los resultados se dividen en función al sexo, edad, etapa educativa y experiencia previa de los docentes. Presentan mayor puntuación y valoración los docentes entre 20-29 años, los del género masculino, los docentes pertenecientes a la etapa de Educación Infantil y aquellos que tienen experiencia y conocimientos previos en IA. Posteriormente, se procede a la discusión y conclusión de la investigación.

## PALABRAS CLAVE

Inteligencia artificial; aprendizaje automático; pensamiento computacional; STEAM.

## ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is considered the fourth industrial revolution and is bringing about profound changes in 21st century society. Moreover, it has the potential to address major challenges in the field of education such as implementing innovative active methodologies through STEAM projects using AI. The main objective of this research is to identify the impact of machine learning, a subfield of AI, as an educational resource in the teaching-learning process in different non-university educational stages by analysing age, gender and previous experience in AI projects and knowledge from the teachers' point of view. A descriptive and comparative quantitative method was used. The instrument used was based on a 25-item questionnaire with 2 open-ended questions. Teachers ( $n=92$ ) from the autonomous communities of Asturias, Extremadura and the Autonomous City of Ceuta participated freely and voluntarily in the sample, having attended a training course on AI in order to carry out innovation projects in the classroom. The main results show high average values for all teachers to implement AI-based projects as an educational resource. The results are divided according to gender, age, educational stage and previous experience of the teachers. Teachers between 20-29 years of age, male teachers, teachers belonging to the Early Childhood Education stage and those with previous experience and knowledge in AI have higher scores and ratings. Subsequently, we proceed to the discussion and conclusion of the research.

## KEYWORDS

Artificial intelligence; machine learning; computational thinking; STEAM.

## CITA RECOMENDADA:

Dúo, P, Moreno, A.J., López, J. y Marín, J.A. (2023). Inteligencia Artificial y Machine Learning como recurso educativo desde la perspectiva de docentes en distintas etapas educativas no universitarias. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*, 15, 58-78. <https://doi.org/10.6018/riite.579611>

## Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Conocer la perspectiva docente sobre fundamentos básicos de la IA y proyectos con ML en educación.
- Utilizar ML como recurso educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Innovar en las aulas mediante el apoyo de tecnologías y dispositivos digitales.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) está considerada la cuarta revolución industrial y provoca profundos cambios en la sociedad del siglo XXI (Álvarez et al., 2021; Fursykova et al., 2023) que afectan a campos como la sanidad, la seguridad, la domótica, el comercio o la educación, entre otros (Cruz et al., 2022; Vivar y Peñalbo, 2023). Aunque existen multitud de definiciones de IA, destacamos la realizada por Rouhiainen como “la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano” (2018, p. 17). Para afrontar los desafíos que presenta la IA, los gobiernos del mundo tienen que adaptar los planes de estudio, para así reconocer la importancia de enseñar fundamentos de computación desde las diferentes etapas educativas (Carusoy Cavalheiro, 2021). La generación más joven está expuesta a la IA desde una edad

temprana y su educación es de suma importancia (Dúo et al., 2022a; LiuyKromer, 2020). Enseñar y aprender disciplinas basadas en ciencias de la computación es una óptima estrategia para ayudar a docentes y alumnado a adquirir principios básicos de programación, robótica e IA de manera transversal debido al gran impacto que tiene en nuestra sociedad digital y la dependencia de las tecnologías (Rodríguez et al., 2020a) desde edades tempranas.

Los fundamentos de IA traen a la sociedad beneficios, nuevos riesgos y cuestiones éticas (Espinoza y Calva, 2020; González y Martínez, 2020). La introducción de proyectos con aprendizaje automático o *machine learning* (ML) en las escuelas es un camino básico a seguir para educar ciudadanos conscientes y críticos (Rodríguez et al., 2020b). El ML constituye uno de los campos de más éxito de la IA que mejora la productividad al reducir las tareas repetitivas (Ramachandran et al., 2022). ML es un grupo de algoritmos compuesto por patrones predictivos que están clasificados a partir de conjuntos de información o datos conocidos (Alfaro y Ospina, 2021; Contreras et al., 2023). A pesar de que muchas de sus técnicas y algoritmos se conocen desde hace muchísimo tiempo, ha sido en los últimos tiempos cuando se ha producido una auténtica revolución sobre ML. Ello se debe a la potencia de cálculo de los ordenadores actuales unido a la gran cantidad de datos que sobre cualquier tema existen en la actualidad (Merino, 2021). De hecho, cuando se menciona en los medios de comunicación la IA, en muchas ocasiones se refieren principalmente a ML o aprendizaje automático.

### 1.1. Machine Learning en las escuelas

El uso de la tecnología en educación ha existido durante mucho tiempo, aunque la incorporación de las áreas de IA y ML es una tendencia mucho más reciente y más prometedoras en el mundo de la tecnología de la información, donde la amplitud potencial de la aplicación es prácticamente ilimitada (Prasad et al., 2022). El ML se ha convertido cada vez más en un tema importante en informática para que los estudiantes aprendan (Zhu, 2019). Los medios digitales tienen una presencia masiva en la sociedad digital actual y tienen un impacto significativo en los estudiantes y su desarrollo intelectual, cognitivo, ético y social (Meng et al., 2022). En este sentido, desarrollar habilidades en la escuela de pensamiento computacional, definido como el desarrollo y el conocimiento que las personas adquieren al pensar como un programador de computadoras (Wing, 2010) es fundamental para crear personas críticas y menos manipulables. El pensamiento computacional ha ido transformándose y ampliando su campo de acción al hilo de los nuevos desarrollos en el campo de las ciencias de la computación como la IA o ML (Román, 2022).

Los docentes deben poseer una formación sobre IA para educar ciudadanos en competencia digital, además, deben ser guías para los estudiantes, quiénes deben reflexionar sobre cómo la IA puede afectar a la vida de las personas y formarlos para ampliar los beneficios y los daños potenciales (Li, 2022). ML es una forma de presentar a docentes y estudiantes fundamentos básicos sobre el funcionamiento de la IA, un campo que a menudo se confunde con ciencia ficción (Touretzkyy Gardner, 2021). Los fundamentos de IA se pueden enseñar a niños de 10 a 16 años a través de actividades prácticas con LearningML que ha demostrado ser eficaz para ayudar a aprender fundamentos de ML a los jóvenes estudiantes que lo encuentran útil, atractivo y fácil de usar (Rodríguez et al., 2021). Además, permite desarrollar habilidades fundamentales, modelos mentales útiles e inspirar a la próxima generación de investigadores de IA y desarrolladores de software (Sanusi et al., 2021). Sin embargo, la mayoría de las plataformas educativas de programación existentes carecen de algunas características necesarias para desarrollar proyectos completos de IA y, en consecuencia, se requieren nuevas herramientas.

Del mismo modo, existen varios programas en línea para desarrollar proyectos transversales y multidisciplinares basados en IA y ML desde edades tempranas (Dúo et al., 2022a). Programas como *LearningML*, *Machine Learning for Kids* o *Teachable Machine* utilizan ML y son utilizados para realizar proyectos de manera transversal en el aula que favorecen habilidades en la resolución de problemas (Su et al., 2022) y disciplinas en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, es decir, STEAM, por sus siglas en inglés (Dúo et al, 2022b; Martínez, 2021).

## 1.2. LearningML: Herramienta digital educativa para aprender fundamentos de IA

En esta investigación se ha utilizado el programa de software libre, creado por Juan David Rodríguez y llamado LearningML. Es una plataforma educativa que fomenta y desarrolla el aprendizaje de contenidos sobre IA, ML y el fomento del pensamiento computacional (Rodríguez, s.f.). Este programa es un modelo educativo innovador para crear modelos de clasificación de aprendizaje automático personalizados sin experiencia técnica especializada (Carney et al., 2020) que anima a los estudiantes a conocer las soluciones tecnológicas emergentes. Generar proyectos basados en IA y ML permiten resolver problemas emergentes del mundo real (Sakulkueakulsuk et al., 2018) de manera colaborativa, creativa y mediante un aprendizaje interactivo entre pares y de comprensión (Barnes et al., 2019; Liuy Kromer, 2020).

Con esta herramienta los estudiantes pueden aprender cómo funcionan ML mediante imágenes, textos o números (Lüthy, 2022), entrenando su propia base de datos y generando predicciones (Sandoval, 2018) que, en ocasiones, genera sesgos algorítmicos derivados de la falta de inclusión (Degli, 2021) o semejanza de datos cuando este ha sido entrenado que pueden ser identificados fácilmente por el usuario. Además, LearningML puede ser vinculado con programas como Snap! o Scratch 3.0. que fomentan habilidades de programación por sus bloques visuales intuitivos (Cerón, 2023), al ser software libre el autor puede reinventar el programa (González, 2011) y enlazarlo con LearningML, de esta manera los estudiantes fomentan la competencia y disciplinas STEAM (Manganelli, 2020).

Otra ventaja de LearningML según su creador (Rodríguez, 2023) es que incorpora 10 idiomas, entre los que se encuentran 3 dialectos del español. Además, cumple con la protección de datos e imágenes audiovisuales debido a que no almacena ninguna imagen subida a la base de datos cuando se trabajan proyectos con imágenes, aunque los archivos “.json” que genera el programa pueden ser guardados en el propio dispositivo del usuario. Para finalizar, para romper la brecha digital en algunas zonas sociodemográficas donde el acceso a Internet es inaccesible o débil como en países sudamericanos, existe una versión escritorio para que pueda ser descargada y trabajar proyectos de IA de manera offline.

## 1.3. Justificación y objetivos

Existe evidencia limitada para respaldar la enseñanza, el aprendizaje y la utilidad de ML en entornos educativos (Temitayo, 2021). Aunque existen varios estudios científicos sobre la herramienta LearningML, en los cuales el propio creador del programa es uno de los investigadores (Rodríguez et al., 2020a; Rodríguez et al., 2020b; Rodríguez et al., 2021). También existe una investigación de esta herramienta como recurso educativo en la formación inicial de futuros profesores en la asignatura de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) enfocada a la obtención del título del Grado de Infantil de la Universidad de Extremadura (Ayuso y Gutiérrez, 2022).

En este estudio analizamos el impacto que tiene la herramienta LearningML como recurso educativo en 92 docentes de diferentes etapas educativas pertenecientes a dos comunidades autónomas españolas y una ciudad autónoma (Asturias, Ceuta y Extremadura). El objetivo principal es identificar el impacto que tiene la herramienta LearningML como recurso educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el punto de vista de los docentes de todas las etapas educativas no universitarias. Para conocer este objetivo principal han sido necesarios concretar cuatro objetivos secundarios:

- 1) Conocer la percepción de los docentes sobre ML en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en función de la edad y el sexo.
- 2) Analizar el impacto que tiene la herramienta basada en ML en los docentes dependiendo de su etapa educativa no universitaria.
- 3) Comparar el grado de rendimiento en la utilidad de la herramienta basada en ML entre aquellos docentes con conocimientos previos en IA y los que no.
- 4) Descubrir las ventajas e inconvenientes percibidas por los docentes al utilizar proyectos basados en ML dentro del aula.

## 2. MÉTODO

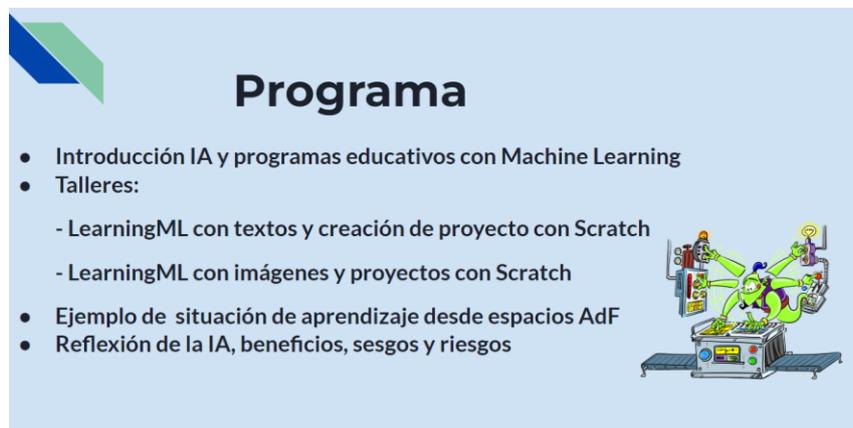
Esta investigación responde a un método cuantitativo de diseño descriptivo y comparativo (Pelekais, 2000; Silva et al., 2023) en el tratamiento de los datos obtenidos (Hernández et al., 2014) que permite alcanzar la visión de diferentes aspectos de este estudio en su totalidad del fenómeno (Benavides y Gómez, 2005).

### 2.1. Contexto

El contexto de la investigación está centrado en un curso de formación docente no universitario, presencial y realizado por un ponente especialista, investigador y con experiencia en aplicar recursos educativos basados en diferentes campos del pensamiento computacional en etapas educativas, concretamente en IA y ML. El curso fue replicado en tres ocasiones durante el curso 2022-2023 por diferentes centros de formación del profesorado con una duración de 3 horas, concretamente Asturias, Ceuta y Extremadura. Los contenidos del curso se muestran en la figura 1 correspondiente al programa de formación.

Figura 1.

*Programa del curso.*



The slide titled 'Programa' features a blue and green geometric logo in the top left corner. The main content is a bulleted list of topics, and a cartoon illustration of a green robot with multiple arms is positioned on the right side of the slide.

**Programa**

- Introducción IA y programas educativos con Machine Learning
- Talleres:
  - LearningML con textos y creación de proyecto con Scratch
  - LearningML con imágenes y proyectos con Scratch
- Ejemplo de situación de aprendizaje desde espacios AdF
- Reflexión de la IA, beneficios, sesgos y riesgos

## 2.2. Participantes

La muestra de participantes fue tomada a docentes de enseñanzas no universitarias ( $n=92$ ) de diferentes comunidades autónomas (Asturias, Ceuta y Extremadura) que participaron en el curso de formación descrito anteriormente para mejorar la competencia digital docente sobre IA en educación. En la Tabla 1 se observan las características de la muestra del estudio en función de las variables solicitadas en el instrumento.

**Tabla 1.**  
*Características de la muestra*

<b>Variab</b> les	<b>(n)</b>
<i>Género</i>	
Masculino	21
Femenino	71
<i>Edad</i>	
Entre 20-29 años	7
Entre 30-39 años	15
Entre 40-49 años	41
50 años en adelante	29
<i>Etap</i> a Educativa	
Educación Infantil	12
Educación Primaria	39
ESO y Bachillerato	30
FP, adultos y otros	11
<i>Experiencia previa en proyectos con ML</i>	
Sí	30
No	62

## 2.3. Instrumento

Para el estudio se ha tomado como referencia el cuestionario realizado en la investigación de Ayuso y Gutiérrez (2022). Fue generado con un formulario de Google con 25 preguntas cerradas que los participantes debían responder tras finalizar la formación desde una escala Likert-5 puntos, donde 1 es “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”, también se incorporan 2 preguntas abiertas (Figura 2). Este cuestionario permite a los investigadores analizar las ventajas e inconvenientes de la IA como recurso educativo objeto del estudio. De esta manera, se obtiene un rigor de la investigación más centrado en la relevancia del estudio con un diseño abierto, no estructurado, que se desarrolla al finalizar la investigación (Munarriz, 1992). Además, fueron incluidas variables de género, edad, etapa educativa y conocimientos previos en IA y en proyectos educativos con ML.

**Figura2.**

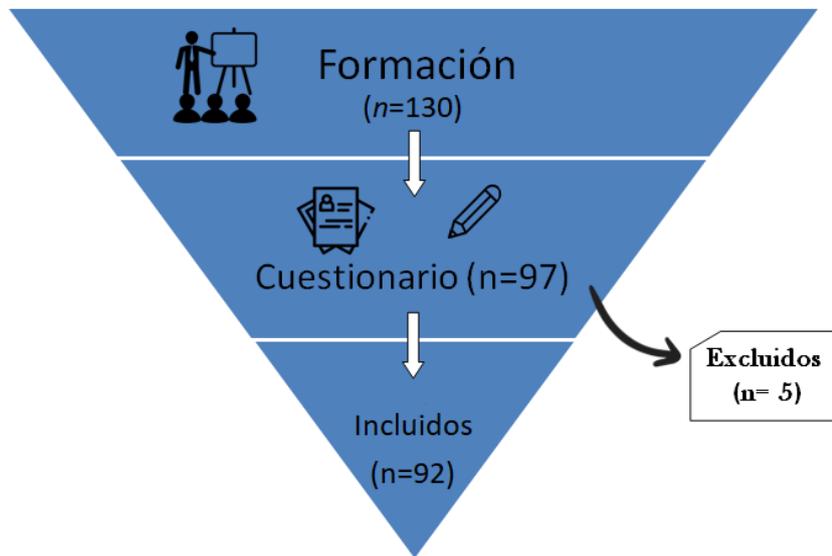
Cuestionario del estudio (Ayuso y Gutiérrez, 2022).

<b>Género:</b> Masculino/ Femenino/ Otro
<b>Edad:</b> Entre 20-29/ 30-39/ 40-49/ 50 en adelante
<b>Etapa educativa:</b> Ed. Infantil/ Ed. Primaria/ Eso y Bachillerato/ FP, adultos u otros
<b>Experiencia previa con proyectos en Machine Learning:</b> Sí/No
1- El uso de la IA es sencillo y claro
2- El aprendizaje de la creación de proyectos de IA ha sido fácil para mí
3. El uso de la IA para el aprendizaje es una buena idea
4. La IA hace el aprendizaje más interesante
5. El uso de IA para el aprendizaje es divertido
6. Me gustaría utilizar la IA como herramienta para el estudio
7. El uso de la IA durante mis clases facilitaría la comprensión de ciertos conceptos a los estudiantes
8. Haciendo uso de la IA en mis asignaturas aumentaría mi rendimiento y conocimientos como docente
9. Tengo los recursos necesarios para crear proyectos de IA en mi labor o futura labor como docente
10. Puedo diseñar un proyecto de IA con ayuda (tutorial, personas...)
11. Puedo diseñar un proyecto de IA sin ayuda
12. Puedo diseñar un proyecto de IA si tengo tiempo para realizar la tarea
13. Disfruté con la creación de proyectos de IA durante la formación
14. Completar el proyecto en la formación de IA me dio una sensación de satisfacción y de logro
15. Me siento insegura/o al utilizar la herramienta de creación de proyectos de IA
16. El uso de la herramienta de creación de proyectos de IA de alguna forma me intimida
17. Asistir a la sesión formativa de IA era importante para mí
18. Me gustaría aprender más sobre IA para mi formación
19. Tengo intención de utilizar la herramienta de creación de proyectos de IA tras la formación
20. He disfrutado la lección de IA tanto que me gustaría saber más sobre este tema
21. La modalidad presencial de formación ha facilitado el aprendizaje de los contenidos transversales
22. La información era tanta, que me era difícil recordar los puntos importantes
23. Encuentro que el uso de IA puede ser útil para el aprendizaje del alumnado
24. Recomendaría el uso de IA para el proceso de enseñanza-aprendizaje
25. Los proyectos de IA permiten que el alumnado adquiriera conocimientos de manera más rápida
<b>Cuestiones abiertas</b>
¿Cuáles son las ventajas de crear/utilizar los proyectos de IA en tu etapa para abordar los contenidos?
¿Cuáles son los inconvenientes de crear/utilizar los proyectos de IA en tu etapa para abordar los contenidos?

## 2.4. Procedimiento

Las fases de la investigación fueron realizadas en el curso escolar 2022-2023. Previo a la formación, fue solicitada a las diferentes consejerías educativas la autorización para realizar el cuestionario por los docentes. Los tres cursos de formación fueron realizados en diferentes fechas con docentes de diferentes niveles educativos ( $n= 130$ ). La duración de las formaciones y los contenidos fueron similares para evitar sesgos durante la investigación. Este cuestionario se realizó de manera voluntaria y libre por los participantes que decidieron responder al finalizar la formación ( $n=97$ ). Los cuestionarios que no respondían a alguna variable o pregunta del cuestionario fueron excluidos ( $n=5$ ) y se incluyeron  $n=92$  cuestionarios (Figura 3). Por último, fue utilizado el programa estadístico SPSS<sub>v25</sub> para la extracción de los resultados en relación con la media y desviación típica.

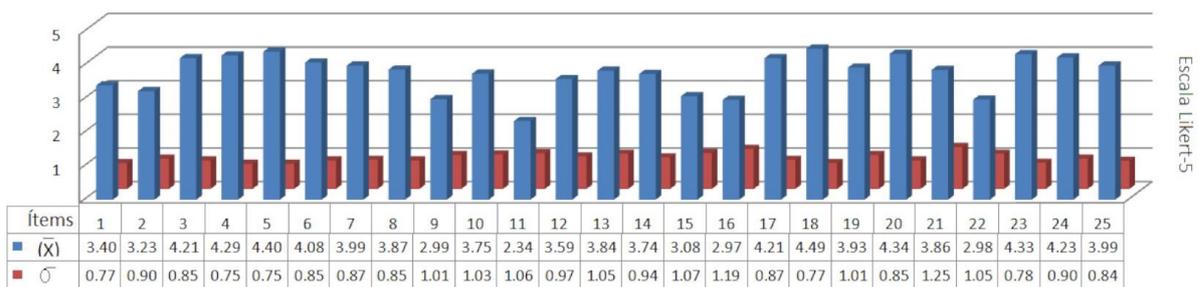
Figura 3.  
Procedimiento del estudio.



### 3. RESULTADOS

Tomando como referencia el objetivo correspondiente a todos los docentes participantes en general (Figura 4), destaca que todos los valores se encuentran por encima la media de 2.5 puntos, destaca el ítem 18 “Me gustaría aprender más sobre IA para mi formación” con una valoración de 4.49 puntos y una desviación típica de 0.77. Por el contrario, el ítem 11 “Puedo desarrollar proyectos de IA sin ayuda” es el menor valorado con una media de 2.34 y una desviación típica de 1.06.

Figura 4.  
Valores generales en relación con la media ( $\bar{X}$ ) y desviación típica ( $\sigma$ ).



En relación con el primer objetivo del estudio y con la edad de los docentes (Tabla 2), todos los ítems se encuentran por encima de la media, excepto el ítem 11 “Puedo diseñar un proyecto de IA sin ayuda” que se encuentra por debajo de la media, con  $\bar{X}$ =2.45 puntos en todas las edades. También, se aprecia que los resultados con mayor valor de media se encuentran en el tramo de docentes más joven (20-29 años), excepto en aquellos ítems que están relacionados con intimidades, falta de formación, apoyos y recursos dentro del aula para generar proyectos con ML. También destaca el ítem 2 “El aprendizaje de la creación de proyectos de IA ha sido fácil para mí”, el cual para los docentes más jóvenes los valoran con 4.29 puntos de media, más de 1 punto de diferencia con el resto de edades.

Tabla 2.

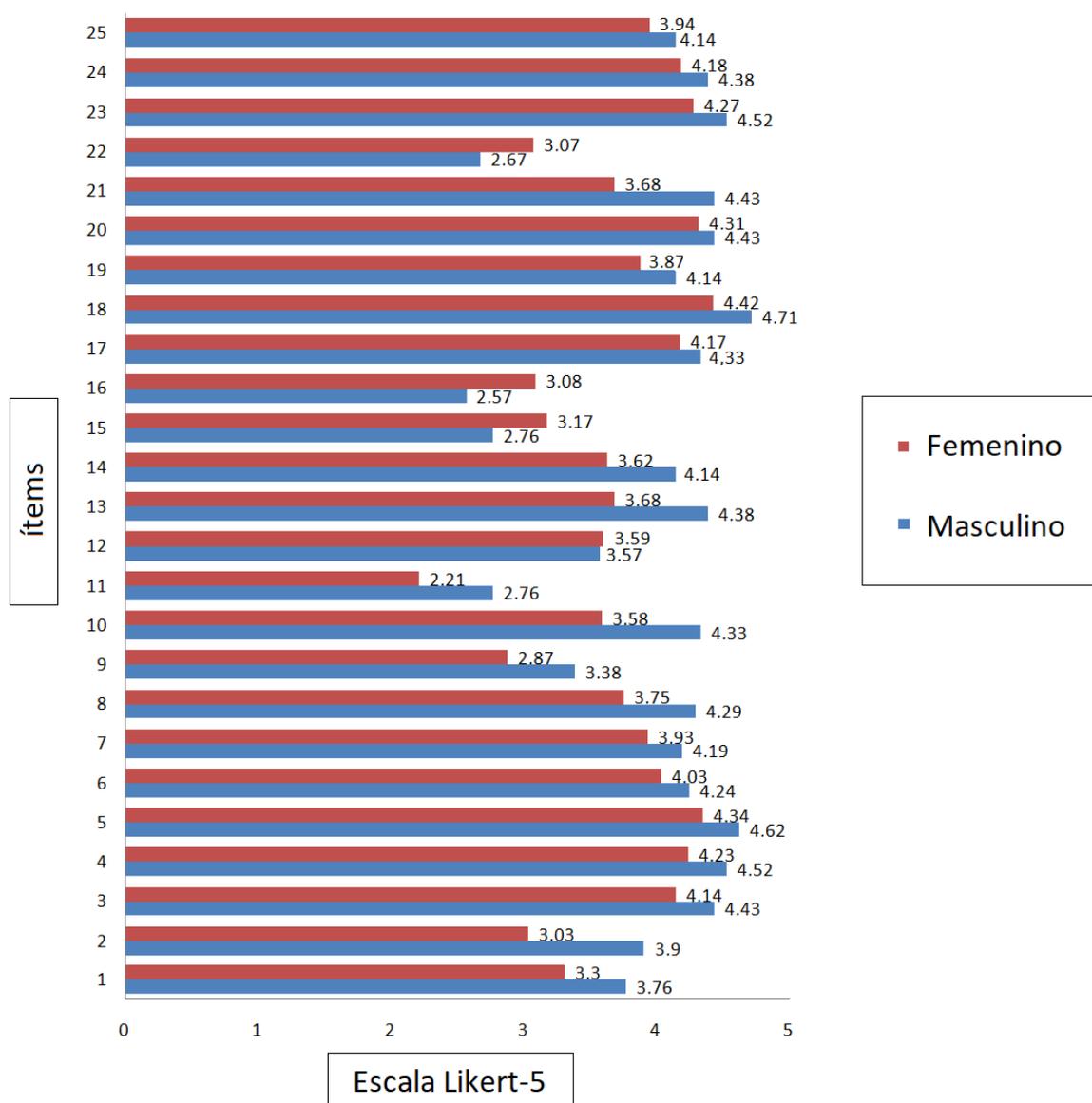
Percepción de ML del profesorado en general y en función de la edad.

Ítems	( $\bar{x}$ ) 20-29 años (n=7)	( $\bar{x}$ ) 30-39 años (n= 15)	( $\bar{x}$ ) 40-49 años (n=41)	( $\bar{x}$ ) < 50 años (n=29)
1	4.29 ▲	3.33	3.32 ▼	3.34
2	4.29 ▲	3.00 ▼	3.12	3.24
3	4.43 ▲	4.00 ▼	4.24	4.21
4	4.57 ▲	3.93 ▼	4.41	4.24
5	4.71 ▲	4.40	4.46	4.24 ▼
6	4.14	4.20 ▲	4.12	3.93 ▼
7	4.29 ▲	4.07	4.00	3.86 ▼
8	4.43 ▲	3.93	3.83	3.76 ▼
9	2.71 ▼	2.87	3.02	3.07 ▲
10	4.14 ▲	3.40 ▼	3.88	3.66
11	2.00 ▼	2.13	2.39	2.45 ▲
12	3.14 ▼	3.60	3.73 ▲	3.48
13	4.29 ▲	3.53 ▼	4.00	3.66
14	3.86 ▲	3.53 ▼	3.80	3.73
15	3.00 ▼	3.20 ▲	3.07	3.03
16	1.71 ▼	3.20 ▲	3.17	2.86
17	4.29	4.40 ▲	4.15 ▼	4.17
18	4.71 ▲	4.33 ▼	4.54	4.45
19	4.14 ▲	3.87	4.00	3.83 ▼
20	4.14	4.13 ▼	4.56 ▲	4.17
21	4.43 ▲	3.43	4.16	3.52
22	2.71 ▼	2.73	3.22 ▲	2.83
23	4.57 ▲	4.33	4.41	4.14 ▼
24	4.29 ▲	4.13 ▼	4.27	4.21
25	4.43 ▲	3.73 ▼	4.15	3.79

Nota: ▲ Mayor  $\bar{X}$  dentro del ítem; ▼ menor  $\bar{X}$  dentro del ítem.

Continuando con los resultados del primer objetivo y focalizando en el sexo de los participantes, existe una diferencia en la muestra entre docentes con un balance hacia el sexo femenino mayor ( $n=71$ ) en comparación con el sexo masculino ( $n=21$ ). En la Figura 5 se puede observar que los docentes de sexo masculino presentan mejores valores de media que el femenino, excepto en los ítems 12, 15, 16 y 22. Atendiendo a estos ítems, el sexo femenino se encuentra más inseguro o intimidado que el masculino cuando realiza proyectos con IA. Destacando el ítem 16 “El uso de la herramienta de creación de proyectos de IA de alguna forma me intimida”, con una diferencia mayor de 0.50 puntos por parte del sexo femenino.

**Figura 5.**  
Percepción de ML en función del sexo.



En la tabla 3 se muestran los resultados correspondientes al segundo objetivo del estudio. La valoración de los docentes sobre el uso de IA y ML atendiendo a la etapa educativa se encuentran por encima de la media de 2.5 puntos, excepto el ítem 11. Los valores más alto de media se encuentran en el ítem 18 “Me gustaría aprender más sobre IA para mi formación” para la etapa de Educación Primaria ( $\bar{X}=4.75$ ), Educación Infantil ( $\bar{X}=4.49$ ) y ESO y Bachiller ( $\bar{X}=4.53$ ). Para la etapa de FP, adultos y otros, el valor más alto de media ( $\bar{X}=4.55$ ) es el ítem 3 “El uso de la IA para el aprendizaje es una buena idea”. Los valores más bajos se encuentran en el ítem 11 “Puedo diseñar un proyecto de IA sin ayuda” coincidiendo con la etapa de Infantil ( $\bar{X}=2.17$ ), Primaria ( $\bar{X}=2.36$ ) y ESO y Secundaria ( $\bar{X}=2.27$ ). Sin embargo, para la etapa de FP, adulto u otros el valor más bajo se encontraba en el ítem 22 “La información era tanta, que era difícil recordar los puntos importantes” ( $\bar{X}=2.55$ ).

**Tabla 3.**

Percepción de ML en función del uso dentro de la etapa educativa.

Ítems	( $\bar{x}$ ) Ed. Infantil (n=12)	( $\bar{x}$ ) Ed. Primaria (n= 39)	( $\bar{x}$ ) ESO y Bachiller (n=30)	( $\bar{x}$ ) FP, adultos u otros (n=11)
1	3,17	3,41	3,60 ▲	3,09 ▼
2	2,92 ▼	3,28	3,33 ▲	3,09
3	4,17	4,28	4,00 ▼	4,55 ▲
4	4,42 ▲	4,31	4,23 ▼	4,27
5	4,67 ▲	4,41	4,33	4,27 ▼
6	4,33 ▲	4,05	4,07	3,91 ▼
7	4,25 ▲	4,05	3,90	3,73 ▼
8	4,00 ▲	3,79	3,97	3,73 ▼
9	2,50 ▼	3,15	2,87	3,27 ▲
10	3,58 ▼	3,74	3,83 ▲	3,73
11	2,17 ▼	2,36	2,27	2,64 ▲
12	3,83 ▲	3,41 ▼	3,70	3,64
13	3,83	4,03 ▲	3,63 ▼	3,73
14	3,73	3,85 ▲	3,59 ▼	3,80
15	3,33	3,08	2,83 ▼	3,45 ▲
16	3,33 ▲	3,03	2,70 ▼	3,09
17	4,67 ▲	4,23	4,10	3,91 ▼
18	4,75 ▲	4,49	4,53	4,09 ▼
19	4,33 ▲	4,05	3,77	3,55 ▼
20	4,50 ▲	4,46	4,30	3,82 ▼
21	3,75	4,29 ▲	3,37 ▼	3,70
22	3,42 ▲	3,08	2,83	2,55 ▼
23	4,50 ▲	4,38	4,23	4,18 ▼
24	4,33	4,36 ▲	4,00 ▼	4,27
25	4,17 ▲	4,05	3,80 ▼	4,09

Nota: ▲ Mayor  $\bar{X}$  dentro del ítem; ▼ menor  $\bar{X}$  dentro del ítem.

En relación con el tercer objetivo de la investigación, una parte de los docentes ( $n=30$ ) que asistieron a la formación ya tenían conocimientos previos sobre IA y experiencia en realizar proyectos con ML. En la tabla 4 se puede observar como los valores de media de los docentes con experiencia previa son mayores que los de sin experiencia, destacando el ítem 19 “Tengo intención de utilizar la herramienta de creación de proyectos de IA tras la formación” con una diferencia de 0.59 puntos. Sin embargo, solo tres ítems tienen mayor puntuación para los docentes sin experiencia previa ( $n=62$ ) en IA antes realizar esta formación, son el ítem 15 “Me siento insegura/o al utilizar la herramienta de creación de proyectos de IA” con una diferencia de 0.26 puntos, el ítem 16 “El uso de la herramienta de creación de proyectos de IA de alguna forma me intimida” con 0.69 puntos de diferencia y el ítem 17 “Asistir a la sesión formativa de IA era importante para mí”, este último, con una diferencia no significativa de 0.01.

**Tabla 4.**

Percepción de ML en función de la experiencia previa.

Ítems	( $\bar{x}$ ) Con experiencia en IA (n=30)	Desviación ( $\sigma$ ) con experiencia en IA	( $\bar{x}$ ) Sin experiencia con IA (n=62)	Desviación ( $\sigma$ ) sin experiencia
1	3.50 ▲	0.68	3.35 ▼	0.81
2	3.43 ▲	0.97	3.13 ▼	0.86
3	4.43 ▲	0.73	4.10 ▼	0.90
4	4.37 ▲	0.76	4.26 ▼	0.74

Ítems	$\bar{X}$ Con experiencia en IA (n=30)	Desviación ( $\sigma$ ) con experiencia en IA	$\bar{X}$ Sin experiencia con IA (n=62)	Desviación ( $\sigma$ ) sin experiencia
5	4.50 ▲	0.73	4.35 ▼	0.77
6	4.20 ▲	0.71	4.02 ▼	0.91
7	4.10 ▲	0.96	3.94 ▼	0.83
8	3.97 ▲	0.85	3.82 ▼	0.86
9	3.20 ▲	1.09	2.89 ▼	0.96
10	4.10 ▲	0.88	3.58 ▼	1.06
11	2.53 ▲	1.14	2.24 ▼	1.02
12	3.83 ▲	1.03	3.47 ▼	0.94
13	4.00 ▲	1.02	3.76 ▼	1.07
14	4.00 ▲	0.77	3.62 ▼	1.00
15	2.90 ▼	1.15	3.16 ▲	1.03
16	2.50 ▼	1.38	3.19 ▲	1.04
17	4.20 ▼	0.76	4.21 ▲	0.93
18	4.70 ▲	0.60	4.39 ▼	0.84
19	4.33 ▲	0.84	3.74 ▼	1.04
20	4.40 ▲	0.89	4.31 ▼	0.84
21	4.12 ▲	1.27	3.75 ▼	1.24
22	3.00 ▲	1.11	2.97 ▼	1.04
23	4.37 ▲	0.76	4.31 ▼	0.80
24	4.33 ▲	0.76	4.18 ▼	0.97
25	4.03 ▲	0.89	3.97 ▼	0.83

**Nota:** ▲ Mayor  $\bar{X}$  dentro del ítem; ▼ menor  $\bar{X}$  dentro del ítem.

A continuación, para finalizar el apartado de resultados se muestran las respuestas de los docentes a las dos cuestiones abiertas planteadas.

Para la primera cuestión; *¿Cuáles son las ventajas de crear/utilizar los proyectos de IA en tu etapa para abordar los contenidos?*

Esta pregunta fue respondida por un total de 14 participantes. Cuatro de ellos coincidieron en el factor de la motivación que genera y despierta en el alumnado esta herramienta cuando trabaja de manera transversal y en grupos, llegando incluso a ser un juego para ellos.

Cuatro docentes destacan la forma lúdica de aprender mediante la investigación de contenidos que podrían considerarse tareas repetitivas y pueden clasificarse o memorizarse.

Dos participantes nombraron el fomento del pensamiento crítico y el razonamiento lógico que se produce durante el proceso de entrenamiento a la máquina con ML.

También, dos docentes destacan el autoaprendizaje y la satisfacción personal que genera el aprender programando, proceso en el que el estudiante puede aprender de manera crítica ya que debe investigar y verificar los contenidos, siendo una manera de aprender a identificar las *fake news* o bulos. Además, de manera individual también destacan varios docentes que con ML se pueden trabajar saberes cercanos y aprendizaje significativo para el alumnado

Finalmente, en relación con la perspectiva de la enseñanza, dos docentes destacan esta herramienta como una alternativa metodológica con más opciones de aprendizaje para el alumnado y consideran este método un paso de reflexión hacia la innovación docente.

Para la segunda cuestión planteada; *¿Cuáles son los inconvenientes de crear/utilizar los proyectos de IA en tu etapa para abordar los contenidos?*

A esta pregunta accedieron a responder un total de 41 docentes con las siguientes respuestas.

18 docentes encuentran inconvenientes en realizar proyectos con IA y ML en la falta de formación en habilidades y destrezas con programas informáticas, especialmente señalan que necesitan de una persona de apoyo o un curso de formación de más horas para sentirse completamente seguros y con más ejemplos, debido que encuentran dificultades y es un poco laborioso si quieren hacer proyectos más creativos que requieran del enlace con el software de programación por bloques visuales Scratch 3.0.

Otra cuestión que destacan once docentes es la falta de medios y recursos como pueden ser conexión a Internet, falta de ordenadores o dispositivos, además, de ser muchos de estos dispositivos antiguos o la dificultad que entrañan los cortafuegos de la administración. También destacan la elevada ratio que existe en algunas aulas y la falta de tiempo con sesiones para algunos docentes de 45 minutos, los cuáles necesitan otro docente más para la tarea de reparto y recogida de materiales en el cual se pierde bastante tiempo. Uno de estos docentes, destaca que para hacer un proyecto con ML se requiere mucho tiempo y prefiere priorizar en impartir todos los contenidos del currículo.

Otro grupo de siete docentes afirman que este tipo de recursos puede crear distracción en los estudiantes y que cuando han realizado algunos proyectos, los siguientes proyectos pueden caer en aburrimiento o monotonía. En este sentido, también mencionan la dependencia a trabajar con dispositivos del alumnado y se acostumbren a estos sin que exista un aprendizaje significativo. También mencionan que se pierde tiempo en hacer rúbricas de evaluación para evaluar proyectos de este tipo basado en competencias digitales.

Cinco docentes de la Etapa de Educación Infantil consideran la IA un recurso muy útil como método de enseñanza esta etapa para su alumnado, aunque encuentran una dificultad en el vocabulario que deben emplear a niños y niñas tan pequeños y prefieren todo lo que sea oral o con pictogramas. Se decantan más por realizar juegos con IA ya programados como los de la plataforma Code.org, incluso, mencionan que en Infantil no tienen conciencia de que es la IA y un docente no considera necesario trabajar con tecnologías en esta etapa.

Para finalizar, un docente destaca la falta de ética cuando se trabaja con IA, por parte de docentes y estudiantes, y otro encuentra dificultad para realizar proyectos de este tipo con estudiantes con necesidades educativas especiales.

#### **4. DISCUSIÓN**

Los resultados de esta investigación son considerados fundamentales para conocer las perspectivas de docentes formados en IA para introducir proyectos transversales basados en ML en las aulas, de manera que los estudiantes aprenden currículo de manera transversal, competencia digital y STEAM. El aprendizaje sobre los fundamentos de la IA generativa en la sociedad y la repercusión que tendrá en oficios manuales que requieren de automatización no debe pasar por alto en educación como señala el estudio de Caruso y Cavalheiro (2021). Por consiguiente, los autores están de acuerdo que en las escuelas deben enseñarse habilidades y conocimientos tecnológicos para que los estudiantes puedan afrontar los retos de la sociedad digital de manera crítica, en línea con el estudio de Rodríguez et al. (2020b).

En relación con el primer objetivo, los resultados de este estudio se encuentran apoyados con las investigaciones de Rodríguez et al. (2020a) y Zhu (2019). En este sentido los docentes que han

participado en este estudio consideran los proyectos basados en ML un apoyo para aproximar los fundamentos de la IA de una manera fácil y divertida a docentes y estudiantes interesados en poseer conocimientos sobre este tema, incluso, les gustaría aprender más sobre la IA. Por otro lado, tanto en los resultados de los cuestionarios a nivel cuantitativo como las respuestas abiertas ofrecidas por los docentes, existe entre el profesorado todavía una intimidación en el uso de la herramienta de creación de proyectos de IA, en consonancia con el estudio de Espinoza y Calva (2020), el cual considera que el uso indebido de la tecnología y dispositivos digitales generan problemas sociales, con riesgos como el plagio o el uso de datos falsos, por este motivo desde esta investigación se responde a la sugerencia de integrar la IA como un método transversal y multidisciplinario en la escuela apoyado por el estudio de González y Martínez (2020).

Desde el punto de vista de la edad de los docentes sobre las percepciones en el uso de herramientas con IA, estas concuerdan con la postura de la investigación de Liu y Kromer (2020) y los resultados confirman que la generación más joven está expuesta a la IA y posee más habilidades y menos miedo a su uso. Este hecho, en línea con las respuestas ofrecidas por los docentes de este estudio, destaca la necesidad de tener un apoyo o recurso humano con conocimientos en IA dentro del aula para sentirse más seguro debido a que suele intimidar estos temas. En relación con el género, se confirma que el sexo masculino tiene una visión más positiva en relación al uso de IA y ML en el aula, este fenómeno aunque no ha sido estudiado en el ámbito educativo, si se traslada a otros ámbitos confirmaría que existe brecha de género en los campos que requieren el uso de tecnología o el aprendizaje STEAM como señala Martínez (2021). Además los docentes que responden en esta investigación consideran los proyectos de IA un método de enseñanza y aprendizaje divertido y motivador para el alumnado para superar la brecha de género en las vocaciones tecnológicas en el futuro.

Focalizando en el segundo objetivo del estudio, de acuerdo con Prasad et al. (2022) la IA es un campo que ha explotado en los últimos años y los autores tras los resultados de este estudio consideran que debe ser integrada en las escuelas desde edades tempranas ante el interés que despierta en los docentes de todas las etapas educativas no universitarias en línea con el estudio de Dúo et al. (2022a), especialmente destacan los valores de los docentes pertenecientes a la etapa de Educación Infantil en relación con otras etapas. Los autores del estudio consideran necesario revisar los planes de estudios de carreras universitarias enfocadas a la docencia y a fomentar el pensamiento computacional a través de proyectos con IA, en este caso la investigación de Ayuso y Gutiérrez (2022) también confirma que desde el Grado de Educación Infantil debe ser contemplado este campo en el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación inicial de los docentes. Igualmente, los autores están de acuerdo a la vista de las respuestas abiertas de los docentes y apoyados por los estudios de Caruso y Cavalheiro (2021) que trabajar conceptos básicos de la IA proporcionan en los estudiantes abstracción y pensamiento lógico, entre otras habilidades digitales del Siglo XXI.

En relación con el tercer objetivo, los resultados del estudio a pesar de ser altos, evidencian mejores valores en aquellos docentes que ya tenían conocimientos previos en IA y habían realizado proyectos con ML en el aula, por tanto y a la vista de las respuestas ofrecidas por los docentes, es importante una formación inicial que motive a los docentes como señala Li (2022). Pero también es destacable, como aquellos docentes que no tenían experiencia previa en este campo, presentan unos valores altos de media, en este caso los autores confirman que según la investigación Touretzky y Gardner (2021) implantar ML en el aula es una forma de presentar a docentes y estudiantes fundamentos básicos sobre el funcionamiento de la IA. Además, en línea con la investigación de Rodríguez et al. (2021), utilizar

proyectos con LearningML es un método eficaz para desarrollar en los estudiantes los fundamentos de ML que lo encuentran útil, atractivo y fácil de usar, por este motivo se considera necesaria conocimientos y formación docente en este campo para implantar metodologías activas innovadoras que incluyan el uso de IA y ML, incluso sin conocimientos previos de programación.

Para finalizar la discusión y centrándonos en el último objetivo del estudio, los docentes que han intervenido en este estudio destacan la forma lúdica de aprender con proyectos STEAM basados en IA y ML mediante la investigación, desarrollo y la creación de los estudiantes como metodología activa como sugiere el estudio de Dúo et al., (2022), el cual considera los proyectos basados en IA o robótica en educación primaria beneficiosos para el aprendizaje transdisciplinario y repercute en las disciplinas STEAM, siempre desde un enfoque didáctico y pedagógico. Además, en este estudio la herramienta LearningML, la cual fue el eje básico de la formación para la realización de los talleres, ha sido considerada por los docentes del estudio una herramienta que permite desarrollar saberes básicos y competencias específicas que puedan clasificarse y son consideradas tareas repetitivas y memorísticas. Estos conocimientos y habilidades mediante programas educativos permiten conocer los fundamentos de la IA, sus beneficios, sesgos y riesgos. Este planteamiento es considerado la base para acceder a sectores de trabajo que tienen la idea de implantar IA y ML como argumenta la investigación de Ramachandran et al. (2022). Por otro lado, los docentes consideran muy importante la falta de recursos por las diferentes administraciones, a nivel humano y tecnológico en las aulas, incluso, algunos docentes dan primero prioridad a impartir los contenidos curriculares a realizar proyectos por falta de tiempo.

## 5. CONCLUSIONES

Las conclusiones del estudio tras los resultados y la discusión realizada, es que la IA no debería reemplazar el proceso de aprender, pero sí acompañar durante el proceso de enseñanza a través de proyectos STEAM que contemplen un aprendizaje que combine los contenidos curriculares y la competencia digital. Realizar proyectos basados en IA y ML, previa formación docente, está considerado por los docentes de todas las etapas educativas de manera positiva con unos valores muy altos, especialmente en referencia a la edad destacan los valores de aquellos docentes con una edad comprendida entre los 20 y 29 años, en relación al sexo los docentes del género masculino, en función de la etapa educativa existe mejor valoración entre el profesorado de Educación Infantil y, por último, en docentes con experiencia previa en proyectos y conocimientos con IA. Otra conclusión que se extrae de la investigación es que aquellos docentes con mayor edad, o del sexo femenino, o de la etapa de FP, adultos u otras enseñanzas o los que tienen menos experiencia y conocimientos en IA son los que demandan mayor formación, apoyo en el aula y le intimida más realizar proyectos basados en IA y ML.

Para finalizar la conclusión, los docentes consideran un impacto positivo realizar proyectos basados en ML dentro del aula porque generan motivación en el alumnado cuando se trabaja de manera transversal, es un método lúdico de aprender contenidos memorísticos o repetitivos, fomenta el pensamiento crítico o el razonamiento lógico y destacan que este método es un camino hacia la innovación docente. Sin embargo, consideran aspectos negativos en este proceso los recursos tecnológicos que, en ocasiones, son lentos y no están actualizados, existe baja conexión a Internet o falta de formación digital. Además, los docentes con mayor dominio o conocimientos en este campo deberían apoyar en las aulas para mejorar la competencia digital docente, el tiempo y la carga de currículo que impide realizar proyectos STEAM basados en IA.

Como limitación del estudio se encuentra que se ha tomado una pequeña muestra de docentes de diferentes etapas educativas en la fase de formación sobre IA y ML. La formación se podría haber dividido por etapas educativas para adaptar proyectos al correspondiente nivel educativo. Las futuras líneas de investigación pueden centrarse en realizar proyectos de IA y ML focalizando en recursos y programas educativos específicos para las diferentes etapas educativas. Además, realizar comparaciones entre la perspectiva de los docentes y los estudiantes cuando se trabaja competencia digital y currículo.

Este estudio permite conocer nuevos métodos de innovación en el aula basados en IA y la posibilidad de ser incorporada a cualquier etapa educativa. Además, ofrece a las administraciones y políticas educativas una visión de cuáles son las perspectivas de los docentes sobre la IA y ML como recurso educativo en la actualidad, sus beneficios e inconvenientes de ser implantada como recurso educativo en las aulas desde diferentes etapas educativas, sexo, edad y la importancia de la formación docente en materia de competencia digital.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, A. D. J., y Ospina, J. V. D. (2021). Revisión sistemática de literatura: Técnicas de aprendizaje automático (machine learning). *Cuaderno activa*, 13(1), 113-121.
- Álvarez-Napagao, S., Ashmore, B., Barroso, M., Barrue, C., Beecks, C., Berns, F., Bosi, I., Chala, S. A., Ciulli, N., Garcia-Gasulla, M., Grass, A., Ioannidis, D., Jakubiak, N., Kopke, K., Lamsa, V., Megias, P., Nizamis, A., Pastrone, C., Rossini, R., ... Ziliotti, L. (2021). Knowledge project –concept, methodology and innovations for Artificial Intelligence in industry 4.0. *2021 IEEE 19th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*. <https://doi.org/10.1109/indin45523.2021.9557410>
- Ayuso del Puerto, D., y Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como Recurso Educativo durante la Formación Inicial del Profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Ryan, J., Park, C. H., y Jeon, M. (2019). Promoting STEAM education with child-robot musical theater. *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. <https://doi.org/10.1109/hri.2019.8673311>
- Benavides, M. O., y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Carney, M., Webster, B., Alvarado, I., Phillips, K., Howell, N., Griffith, J., Jongejan, J., Pitaru, A., y Chen, A. (2020). Teachable machine: Approachable web-based tool for Exploring Machine Learning Classification. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3382839>
- Caruso, A. L., y Cavalheiro, S. A. (2021). Integração Entre Pensamento Computacional e Inteligência Artificial: Umarevisão sistemática de literatura. *Anais Do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática NaEducação (SBIE 2021)*. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218125>
- Cerón, J.A. (2023). Programming language for boys and girls: Connected and disconnected perspectives in basic education. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 45–66. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.108>

- Contreras, L. E., Tarazona Bermúdez, G. M., y Alemán Cardona, A. P. (2023). *Machine Learning aplicado al rendimiento académico en educación superior: factores, variables y herramientas*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cruz, Y. M. M., Sotelo, W. S. F., Cruz, Y. A. M., y Aliaga, J. C. C. (2022). Inteligencia artificial en la gestión pública en tiempos de Covid-19. *Revista de ciencias sociales*, 28(5), 331-340. <https://doi.org/10.31876/rsc.v28i.38167>
- Degli-Esposti, S. (2021). El rol del análisis de género en la reducción de los sesgos algorítmicos. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía* (921), 127-143.
- Dúo-Terrón, P. (2023). Análisis del Software Scratch en la Producción Científica durante 20 Años: Programación en educación para desarrollar disciplinas de pensamiento computacional y STEAM. *EducationSciences*, 13(4), 1-27. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci13040404>
- Dúo-Terrón P., Hinojo-Lucena F.-J., Moreno-Guerrero A.-J., and López-Núñez J.-A.(2022a). STEAM in Primary Education. Impact on Linguistic and Mathematical Competences in a Disadvantaged Context. *Front. Educ.* 7:792656. <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2022.792656>
- Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F.-J., Moreno-Guerrero, A.-J., y López-Belmonte, J. (2022b). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.*, 12(8), 989–1005. <http://dx.doi.org/10.3390/ejihpe12080071>
- Espinoza Freire, E. E., y Calva Nagua, D. X. (2020). La ética en las investigaciones educativas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 333-340.
- Fursykova, T., Chystiakova, L., Shlianchak, S., Kravchenko, O., y Kuris, Y. (2023). Inteligencia artificial y nuevas formas de gobierno en la era digital. *Cuestiones políticas*, 41(76), 528-539. <https://doi.org/10.46398/cuestpol.4176.31>
- González Arencibia, M., y Martínez Cardero, D. (2020). Dilemas éticos en el escenario de la inteligencia artificial. *Economía y Sociedad*, 25(57), 93-109. <http://dx.doi.org/10.15359/eys.25-57.5>
- González, J. (2011). The notion of free software. *Rev. Tradumàtica: Traducció I Tecnol. De La Inf. I La Comun.*, 9, 5–11.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. *Definición del ámbito de la investigación a realizar: Exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. En Metodología de la Investigación, 6ª ed.; Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P., Eds.; MC Graw Hill Educación: Nueva York, NY, EE. UU., 2014; págs. 100-1 88–101.
- Li, L. (2022). A Literature Review of AI Education for K-12. *Canadian Journal for New Scholars in Education*, 13(3), 114-121.
- Liu, F., y Kromer, P. (2020). Early age education on Artificial Intelligence: Methods and tools. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 696–706. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50097-9\\_71](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50097-9_71)
- Lüthy, I. A. (2022). Inteligencia artificial y aprendizaje de máquina en diagnóstico y tratamiento del cáncer. *Medicina*, 82(5), 798-800.
- Manganelli, S. (2020). *Prácticas educativas STEAM para fomentar el desarrollo de competencias científico-tecnológicas*. En XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(Modalidad virtual, 5 al 9 de octubre de 2020).

- Martínez Ciuró, Ó. (2021). La educación no formal y la educación STEAM: espacios inclusivos y motivadores. *Cuadernos de Pedagogía*, (519), 72-77.
- Meng, X., Li, S., Malik, M.M., y Umer, Q. (2022). Machine-Learning-Based Suitability Prediction for Mobile Applications for Kids. *Sustainability*, 14(19), 1-14. <http://dx.doi.org/10.3390/su141912400>
- Merino, C. F. A. (2021). Estado de la cuestión de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje autónomo. *Sociología y tecnociencia. Revista digital de sociología del sistema tecnocientífico*, 11(2), 182-195. [https://doi.org/10.24197/st.Extra\\_2.2021.182-195](https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.182-195)
- Munarriz, B. (1992). *Técnicas y métodos en investigación cualitativa*. En Metodología educativa I. Jornadas de Metodología de Investigación Educativa (A Coruña, 23-24 abril 1991), Cords. Eduardo Abalde Paz, Jesús Miguel Muñoz Cantero. A Coruña: Universidade da Coruña, Servizo de Publicacions, 1992, p. 101-116. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/8533>
- Pelekais, C. (2000). Métodos cuantitativos y cualitativos: diferencias y tendencias. *Telos: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 2(2), 347-352. <https://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/997>
- Prasad, P.Y., Prasad, D., Malleswari, D.N., Shetty, M., y Gupta, N. (2022). Implementation of Machine Learning Based Google Teachable Machine in Early Childhood Education. *International Journal of early childhood special education*, 14 (3), 4132-4138. <https://doi.org/10.9756/INT-JECSE/V14I3.527>
- Ramachandran, K. K., Apsara, A., Saleth, Hawladar, S., Asokk, D., Bhaskar, B., y Pitroda, J. R. (2022). Machine learning and role of artificial intelligence in optimizing work performance and employee behavior. *MaterialsToday: Proceedings*, 51(8), 2327-2331. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.544>
- Resolución de 4 de mayo de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación, sobre la actualización del marco de referencia de la competencia digital docente. *Boletín Oficial del Estado*, 116, de 16 de mayo de 2022, 67979-68026. <https://www.boe.es/eli/es/res/2022/05/04/5>
- Rodríguez García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., y Robles, G. (2020b). LearningML: una herramienta para fomentar las habilidades de Pensamiento Computacional mediante proyectos prácticos de Inteligencia Artificial. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), 1-37. <https://doi.org/10.6018/red.410121>
- Rodríguez, J. D. (2023). Pasado, presente y futuro de LearningML. *Evento multiplicador del Proyecto Erasmus+ FAIAS*. TV Universidad Rey Juan Carlos (2:55:00) (Consultado el 20 julio de 2023). <https://tv.urjc.es/video/63eecf56c758c1df0830def5>
- Rodríguez, J. D. (S.F.) LearningML - AI madeeasy. (Consultado el 18 de julio de 2023). <https://web.learningml.org/>
- Rodríguez-García, J.D., Moreno-León, J., Román-González, M., y Robles, G. (2020a). *Introducción a los fundamentos de la inteligencia artificial con LearningML: inteligencia artificial simplificada*. En VIII congreso internacional sobre ecosistemas tecnológicos para potenciar la multiculturalidad (pp. 18-20).

- Rodríguez-García, J.D., Moreno-León, J., Román-González, M., y Robles, G. (2021). *Evaluación de una intervención online para enseñar inteligencia artificial con learningML a alumnos de 10-16 años*. En Actas del 52º simposio técnico de ACM sobre educación en informática (págs. 177-183).
- Román-González, M. (2022). Pensamiento computacional: un constructo que llega a la madurez. *Aula Magna*, 2.0. *Revistas Científicas de Educación en Red*. <https://cuedespyd.hypotheses.org/11109> (consultado el 19 de enero de 2023).
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta Editorial.
- Sakulkueakulsuk, B., Witoon, S., Ngarmkajornwiwat, P., Pataranutaporn, P., Surareungchai, W., Pataranutaporn, P., y Subsoontorn, P. (2018). Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*. <https://doi.org/10.1109/tale.2018.8615249>
- Sandoval Serrano, L. J. (2018). Algoritmos de aprendizaje automático para análisis y predicción de datos. *Revista Tecnológica*, (11), 36-40.
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Agbo, F. J., y Suhonen, J. (2021). Survey of resources for introducing machine learning in K-12 context. *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. <https://doi.org/10.1109/fie49875.2021.9637393>
- Silva, L. A. A., De La Piedra, D. M. C., Calderón, V. E. H., & Ramírez, E. M. G. (2023). Trabajo infantil como factor de riesgo en la conducta antisocial de adolescentes: Un análisis descriptivo-comparativo. *Revista de ciencias sociales*, 29(7), 127-140.
- Su, Y.-S., Shao, M., y Zhao, L. (2022). Effect of mind mapping on creative thinking of children in Scratch visual programming education. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 906–929.
- Temitayo Sanusi, I. (2021). Teaching machine learning in K-12 Education. *Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research*. <https://doi.org/10.1145/3446871.3469769>
- Touretzky, David S., y Gardner-McCune, C. (2022). Artificial Intelligence Thinking in K–12. *Computational Thinking Education in K–12*, 153–180. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.003.0013>
- Vivar, J. M. F., y Peñalvo, F. J. G. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 74, 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Wing, J. (2010). *Computational Thinking: What and Why?* (consultado el 6 de julio de 2023) <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- Zhu, K. (2019). *An Educational Approach to Machine Learning with Mobile Applications* [Tesis doctoral, Massachusetts Institute of Technology].

---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### **Pablo Dúo Terrón**

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Graduado y diplomado en Educación Primaria, diplomado en Ed. Física, máster en TIC en educación, máster en inspección y supervisión educativa y doctor en ciencias de la educación. Miembro del grupo de investigación EducaTech S.XXI (sj-666) cuyas líneas de investigación están relacionadas con la educación y tecnología para el siglo XXI. Colabora con el INTEF en formaciones docentes relacionadas con el Aula del Futuro (AdF) y el Pensamiento Computacional. Es embajador AdF y de la CodeWeek Europea. Premiado por experiencias educativas en SIMO Educación (2022), Premios Espiral (2023) y Premios Día Internet (2023).

Redes Sociales: Twitter: @esparaTIC; Instagram: @esparaTIC

### **Antonio José Moreno Guerrero**

Universidad de Granada

Maestro Pedagogía Terapéutica, Licenciado en Psicopedagogía, Máster en Informática Educativa y Doctor en Modelos Didácticos, Interculturalidad y Aplicación de las Nuevas Tecnologías en las instituciones educativas. Actualmente, es secretario de la Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta (UGR). Miembro del grupo de investigación EducaTech S.XXI (sj-666) cuyas líneas de investigación están relacionadas con la educación y tecnología para el siglo XXI.

Redes Sociales: Twitter: @AJ\_Moreno\_UGR

### **Jesús López Belmonte**

Universidad de Granada

Doctor en Ciencias de la Educación con mención Cum Laude por la Universidad de Granada (UGR), España. Posee un Máster en tecnología educativa y competencias digitales por la Universidad Internacional de La Rioja (España) y un Máster en innovación educativa y gestión del conocimiento por la Universidad de Málaga (España). Es profesor del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la UGR. Miembro del grupo de investigación EducaTech XXI (SEJ-666). Autor de diversas publicaciones científicas indexadas en bases de datos de prestigio internacional (JCR, Scopus, Emerging Sources Citation Index, Sello de Calidad FECYT, entre otras). Además, es autor de diversos capítulos de libro y de diferentes libros en editoriales que ocupan los primeros puestos del ranking SPI. Del mismo modo, ha ejercido de editor y revisor en diversas revistas de impacto. Ha participado como ponente en diferentes congresos de ámbito internacional. Ha realizado diferentes estancias de investigación y formativas en Europa y Sudamérica. Asimismo, ha participado en diversos proyectos de investigación y de innovación docente. Sus líneas de investigación se centran en el análisis de la competencia digital, las metodologías activas y la tecnología educativa.

Redes Sociales: Twitter: @jlopezbelmonte; instagram: @jelobe88

### **José Antonio Marín Marín**

Universidad de Granada

Diplomado en Magisterio en la especialidad de Educación Primaria, Licenciado en Pedagogía y Doctor por la Universidad de Granada. Durante 18 años ha trabajado como Orientador Educativo con alumnado de educación infantil, primaria y secundaria. Además, ha sido durante ocho años profesor asociado a la Escuela Internacional de Posgrado de la Universidad de Granada. Actualmente es

Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Didáctica y Organización Escolar en la UGR. Responsable del grupo de investigación EducaTech S.XXI (sj-666). Además, es miembro de la Sociedad Española de Pedagogía. Ha realizado diversas estancias en el extranjero en instituciones de enseñanza superior. Es autor de numerosas publicaciones en el ámbito de las Ciencias de la Educación, así como de artículos en revistas de prestigio. Las áreas de trabajo son la orientación educativa, las metodologías activas en la enseñanza, uso problemático de internet, la tecnología educativa y la formación del profesorado.

Redes Sociales: Twitter: @jmarin\_ugr

---



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).