



Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

Máster Universitario en Neuropsicología y Educación  
**La Inteligencia Artificial en los centros  
educativos de Cantabria. Proyecto de  
investigación para un estudio cuantitativo  
correlacional-predictivo**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Rodrigo Sierra Miguélez
Modalidad de trabajo:	Proyecto de investigación
Director/a:	María Merino Martínez
Fecha:	23/03/2023

## Agradecimientos

A mi tutora, por su capacidad de respuesta y motivación frente a un tema tan novedoso.

A mis amigos, por ser un pilar fundamental, por aguantarme y apoyarme en todo lo que hago.

Como declara aquella película de Terence Hill y Bud Spencer: “quien tiene un amigo, tiene un tesoro”.

## Resumen

Este proyecto de investigación busca analizar cómo se utiliza y entiende la inteligencia artificial (IA) en los centros educativos de Educación Primaria (E.P.) de Cantabria. El objetivo de este estudio es comprender la conexión entre la comprensión de los docentes sobre la IA y su uso en el aula, así como el impacto de la edad y el género en la competencia digital y el conocimiento de la IA de los docentes. Así mismo, está motivado por el deseo de mejorar la competencia digital docente de los profesionales educativos e investigar el potencial de la IA en el aula mientras se resuelven las lagunas o dificultades.

Para ello, se propone estudio cuantitativo correlacional-predictivo y la utilización de cuestionarios y evaluaciones que recopilen información de una muestra estadísticamente significativa de centros educativos de E.P. de Cantabria. La investigación se centra en encontrar vínculos entre el conocimiento de IA de los docentes y cómo se usa en el aula. También, examinar cómo la edad y el género afectan los niveles de competencia digital docente y conciencia de los docentes sobre la inteligencia artificial, pudiendo evidenciarse posibles brechas generacionales o de género. Los resultados de este estudio pueden guiar los esfuerzos futuros para mejorar la alfabetización digital de los docentes y promover la implementación adecuada y segura de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en el campo de la neuropsicología y la investigación educativa, abordando cuestiones éticas y peligros potenciales.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, Neuroeducación, Competencia Digital Docente, AIED, Cantabria.

## Abstract

This research project seeks to analyze how artificial intelligence (AI) is used and understood in Primary Schools (PSs) in Cantabria. The aim of this study is to understand the connection between teachers' understanding of AI and its use in the classroom, as well as the impact of age and gender on digital competence and teachers' knowledge of AI. Likewise, it is motivated by the desire to improve the digital teaching competence of educational professionals and investigate the potential of AI in the classroom while resolving gaps or difficulties.

For this, a quantitative correlational-predictive study is proposed, as well as the use of questionnaires and evaluations that collect information from a statistically significant sample of PSs. from Cantabria. The research is focused on finding links between teachers' knowledge of AI and how it is used in the classroom. Also, to examine how age and gender affect the levels of teacher digital competence and teachers' awareness of artificial intelligence, revealing possible generational or gender gaps. The results of this study can guide future efforts to improve the digital literacy of teachers and promote the proper and safe implementation of AI in the teaching-learning process, as well as in the field of neuropsychology and educational research, addressing ethical issues and potential dangers.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Neuroeducation, Digital Competence of Educators, AIED, Cantabria.

## Índice de contenidos

1. Introducción .....	9
1.1. Justificación del tema elegido.....	9
1.2. Problema y objetivos .....	10
2. Marco Teórico .....	11
2.1. Bases conceptuales de la IA.....	11
2.1.1. Machine learning.....	12
2.1.2. Deep learning .....	12
2.1.3. Redes neuronales .....	12
2.1.4. Procesamiento del lenguaje natural (NLP).....	13
2.1.5. Visión por computadora .....	13
2.1.6. Robótica.....	14
2.2. Inteligencia Artificial en el campo de la neuropsicología .....	15
2.2.1. Predicción y diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas.....	15
2.2.2. Neuroimagen y decodificación cerebral.....	15
2.2.3. Estudio de la conectividad cerebral .....	16
2.2.4. Rehabilitación neuropsicológica y terapias personalizadas.....	16
2.2.5. Interfaces cerebro-computadora (BCI).....	16
2.3. Inteligencia Artificial en el campo de la neuroeducación.....	17
2.3.1. Personalización del aprendizaje .....	17
2.3.2. Detección temprana de dificultades de aprendizaje .....	17
2.3.3. Diseño de materiales didácticos.....	18
2.3.4. Juegos educativos y simulaciones .....	19
2.3.5. Entornos virtuales de aprendizaje (EVA).....	19

2.3.6.	Asistentes virtuales.....	20
2.4.	El futuro de la IA: AGI, una visión a largo plazo.....	21
2.5.	Riesgos, implicaciones y desafíos de la IA en el ámbito Educativo (AIED).....	22
3.	Marco metodológico.....	24
3.1.	Diseño.....	24
3.2.	Población y muestra.....	25
3.3.	Variables e instrumentos de evaluación.....	26
3.4.	Procedimiento y cronograma.....	27
3.4.1.	Fase de preparación.....	28
3.4.2.	Fase de administración.....	28
3.4.3.	Fase de análisis.....	29
3.5.	Análisis de datos.....	30
3.6.	Recursos humanos, materiales y económicos.....	31
4.	Discusión y conclusiones.....	33
4.1.	Discusión.....	33
4.2.	Conclusiones esperadas.....	35
4.3.	Limitaciones esperadas.....	36
4.4.	Prospectiva.....	36
	Referencias bibliográficas.....	38

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Representación de DALL·E 2 sobre el prompt “An oil painting by Matisse of a humanoid robot playing chess”</i> .....	18
Figura 2. Diagrama de Gantt con el cronograma del proyecto.....	29

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Presupuesto de la investigación</i> .....	32
---	----

## 1. Introducción

### 1.1. Justificación del tema elegido

Desde hace años la sociedad experimenta cambios cada vez más abruptos en cuanto a la manifestación de la tecnología en nuestro día a día. Tal es así, que esta irrupción tecnológica ha cambiado de manera drástica la manera de hacer las cosas, en todos los campos, en todos los ámbitos. De esta manera, la educación y todo aquello que rodea al proceso de enseñanza-aprendizaje no es ajena a estos cambios, lo que propicia una nueva y necesaria perspectiva. También experimentan cambios las ciencias de la salud, el campo de la psicología y todas sus vertientes.

La inteligencia artificial (IA) en los campos de la neuropsicología y la neuroeducación tiene el potencial de cambiar nuestra perspectiva sobre la comprensión del cerebro y ofrecer enfoques individualizados para el aprendizaje y la intervención. La IA se presenta como una opción muy interesante a la hora de analizar grandes cantidades de datos en el campo de la neuropsicología y la neuroeducación de manera rápida y eficiente (Bzdok y Ioannidis, 2019). Esto permite identificar patrones y correlaciones que de otro modo podrían pasar inadvertidas, mejorando la precisión de los diagnósticos y las intervenciones en la neuropsicología y la calidad de la educación, entre otras aplicaciones que se abordarán en este documento. A su vez, realizar una breve revisión sobre aquellas investigaciones que han implementado la IA en dichos campos puede permitir al lector desarrollar una visión más amplia sobre las diferentes implementaciones que se están llevando a cabo en los últimos años, pudiendo valorar a qué nivel se encuentra su desarrollo en tiempos tan cambiantes para esta tecnología.

Por otro lado, se considera de interés abordar temas novedosos en materia de avances y competencia digital, en este caso sobre IA. Según Lamerás y Arnab (2022), para avanzar en este camino, los autores consideran un requisito necesario que los docentes desarrollen su comprensión y competencias digitales, en especial en el campo de las Inteligencias Artificiales en Educación (AIED), con el fin de innovar, experimentar y comunicar diferentes nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje.

Así pues, este trabajo propone, además, realizar una consulta al estado de este tipo de avances en las aulas de la comunidad autónoma de Cantabria. Valorar no solo si está presente

o no, sino también la capacidad de los docentes para desarrollarla. Si bien puede parecer prematuro, el rápido avance de las tecnologías propicia que las investigaciones se empiecen a plantear temprano, que el conocimiento científico se desarrolle a una velocidad semejante.

Por último, abordar temas de investigación novedosos o poco desarrollados puede resultar todo un desafío: existen menos fuentes bibliográficas, se tiene menos conocimiento sobre la materia y, muchos estudios, aunque aparentemente interesantes, pueden plantearse sesgados. A pesar de ello, avanzar consiste en dar el primer paso, por lo que la mera ambición por desarrollar conocimiento también justifica el interés de este trabajo.

## 1.2. Problema y objetivos

Tras analizar diversos aspectos relativos al tema en una investigación previa, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Se aplica la IA en los centros educativos? ¿Se está aprovechando todo su potencial? Últimamente IA es un tema de sumo interés, pero no siempre se sabe cómo aplicarla o se tiene una visión reduccionista que se limita a los *chatbots* como *ChatGPT* y modelos generativos (GANs) como *DALL·E* de generación de imágenes. La realidad va mucho más allá, y este trabajo pretende enumerar otro tipo de campos de aplicación, si bien también cómo realmente pueden ser usadas estos productos con los que la sociedad está más familiarizada. En tanto, se plantean objetivos específicos tangentes a la investigación inicial que discurran sobre el nivel de uso en los centros educativos, así como el perfil de aquellos que la implementan. Dicho esto, este proyecto se fundamenta bajo los siguientes objetivos:

- Conocer las bases del funcionamiento de la IA.
- Dar a conocer investigaciones y autores que trabajen con IA.
- Comprender los riesgos, desafíos e implicaciones de la IA.
- Desarrollar herramientas de recogida de información para implementar en centros educativos.
- Realizar un análisis de la situación actual de los centros educativos en Cantabria en cuanto a IA en las aulas.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Bases conceptuales de la IA

Definir el concepto de Inteligencia Artificial (IA) es una cuestión compleja. Rouhiainen (2018) lo define como la capacidad de los ordenadores para realizar actividades que requieren de inteligencia humana. Es preciso comprender que la base que logra emular estos comportamientos de manera virtual son precisamente los algoritmos, que consiguen recrear un proceso de aprendizaje en el que la IA aprende y utiliza lo aprendido (LeCun et al., 2015).

En definitiva, la IA se basa en un ciclo de aprendizaje y retroalimentación y no solamente en un código estático con una serie de órdenes que no cambia en el tiempo. La IA aprende y es capaz de tomar decisiones, dos capacidades totalmente nuevas que abren la puerta a una nueva revolución digital en la que las posibilidades vuelven a ser, otra vez, aparentemente ilimitadas. Sin entrar en detalles, algunas de las aplicaciones técnicas que Rouhiainen (2018) define en su libro son:

- Reconocimiento de imágenes estáticas, clasificación y etiquetado.
- Procesamiento eficiente y escalable de datos de pacientes.
- Mantenimiento predictivo.
- Detección y clasificación de objetos.
- Protección contra amenazas de seguridad cibernética. (pág. 18)

### 2.1.1. Machine learning

También conocido como aprendizaje automático, el *machine learning* es uno de los principales encuadres de la IA. Este se basa en el desarrollo de técnicas que den capacidad de aprendizaje y mejora a las computadoras, entendiendo este aprendizaje como una mejoría en su desempeño en base a la experiencia (Russell y Norvig, 2010). Este tipo de adaptación de la tecnología lleva presente en el entorno desde hace ya tiempo, como en la publicidad personalizada o en la mejora de búsquedas en motores como Google.

Dentro del *machine learning*, se pueden diferenciar tres variantes. En primer lugar se encontraría el aprendizaje supervisado, el cual requiere de intervención humana para proporcionar retroalimentación al sistema. En contraste se encuentra el aprendizaje no supervisado, donde los algoritmos no requieren de intervención humana y, por tanto, tienen la labor de encontrar la solución por sí mismos. Finalmente, el aprendizaje por refuerzo es entendido como un sistema de recompensas por refuerzo positivo en el que los algoritmos aprenden en base a esta experiencia y recompensa (Mayo, 2022).

### 2.1.2. Deep learning

Otro de los campos de aplicación de la IA es el *deep learning*, conocido también como aprendizaje profundo. Este último se considera un aprendizaje automático, producido mediante el empleo de redes neuronales organizadas en capas capaces de reconocer relaciones y patrones complejos en los datos (Gershgorn, 2017). El reconocimiento por voz o los sistemas avanzados de conducción autónoma en los coches más modernos son algunos ejemplos.

### 2.1.3. Redes neuronales

Las redes neuronales son el conjunto de algoritmos utilizados en el aprendizaje automático para realizar análisis de datos y diversas tareas. Estas se basan en el cerebro humano en cuanto a estructura y funcionamiento, así como en la manera en la que las neuronas se encuentran interconectadas para formar redes complejas (Bishop, 2006). Al

aprender de los propios datos, las redes neuronales en IA pueden ser capaces de reconocer patrones, así como ayudar en el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora que veremos más adelante.

#### 2.1.4. Procesamiento del lenguaje natural (NLP)

El NLP es la capacidad de entender y procesar el lenguaje humano, no solo en texto sino también a través del habla (Duch et al., 2008). Para comprender el verdadero significado de los documentos, Méndez y Moreiro González (1999) definen cuatro *parsers* lingüísticos en orden de menor a mayor complejidad para eliminar la ambigüedad de las palabras:

- Procesamiento morfológico-léxico: su función es la obtención del léxico para posteriores análisis sintáctico y semántico.
- Procesamiento sintáctico: permite clasificar las unidades lingüísticas en aquellas con sentido simples y compuestas, además de precisar las categorías gramaticales sobre el analizador morfológico y desarrollar diccionarios de aplicación.
- Procesamiento semántico: pretende alcanzar el conocimiento temático de las oraciones para escalarlo al conocimiento del texto.
- Procesamiento pragmático: como es predecible, el análisis pragmático es el más difícil de automatizar por su alto contenido de información y conocimiento necesario del mundo real y de las personas. La capacidad de procesamiento en pragmática supone superar el análisis semántico puro para alcanzar un Análisis Cognitivo Discursivo (ACD) (pág. 14).

#### 2.1.5. Visión por computadora

La visión por computadora es la capacidad de interpretación de la máquina a través de imágenes o vídeos. Dicho de otra manera, la capacidad para dotar a las máquinas de visión (Szeliski, 2010). Para llevar a cabo esta función, se necesita de técnicas de aprendizaje automático (como ya se ha visto anteriormente en este apartado) que permitan el análisis de imágenes o vídeos. Algunos ejemplos de técnicas que se emplean en el proceso son la detección de bordes, para definir los límites de los objetos, la segmentación de imágenes que

divide fondos y objetos en planos diferentes o el reconocimiento de patrones con el fin de reconocer o distinguir objetos (Szeliski, 2010).

En constante evolución, la visión por computadora avanza a gran velocidad a la vez que el desarrollo de nuevos algoritmos de aprendizaje automático y el aumento de la potencia y capacidad de procesamiento. El reconocimiento facial en sistemas de seguridad o la detección de objetos en sistemas de conducción autónoma son algunos de los ejemplos más comunes en la actualidad.

#### 2.1.6. Robótica

La robótica es un subcampo de la ingeniería mecánica, electrónica, eléctrica, teoría del control e informática que permite el análisis, diseño, producción y uso de máquinas automáticas con cierto nivel de inteligencia capaces de reemplazar la actividad humana (Hernández, 2017). En este contexto, la IA también juega un papel esencial a la hora de otorgar autonomía a los robots, permitiendo su aprendizaje del entorno y favoreciendo la toma de decisiones. Una vez más, el aprendizaje automático es eje principal.

Como se ha visto a lo largo de este apartado, la IA es un constructo de muchos otros conocimientos y técnicas que se complementan entre sí. En este sentido, el aprendizaje automático se emplea en el desarrollo del aprendizaje de la IA, que utilizará este aprendizaje mediante redes neuronales que imiten la función y la estructura del cerebro humano para poder realizar un análisis de los datos y llevar a cabo multitud de tareas. A su vez, el NLP y la visión por computadora permiten a la IA procesar el lenguaje humano en todos sus *parsers* y analizar su contexto mediante imágenes o vídeos. Finalmente, llevar la IA al campo de la robótica le permite traspasar los límites de lo virtual para realizar tareas o acciones en el plano de lo tangible.

## 2.2. Inteligencia artificial en el campo de la neuropsicología

A lo largo de la investigación llevada a cabo durante la elaboración de este documento, se ha podido comprobar la enorme cantidad de bibliografía dedicada a nuevos avances en cuanto a las aplicaciones de la Inteligencia Artificial, no solo en el campo de la neuropsicología, sino prácticamente en todos los campos con posibilidad de aplicación. Debido a esto, se ha tomado la decisión de abordar algunas de las aplicaciones de mayor relevancia en este campo, asumiendo que muchas otras no serán mencionadas y que muchas otras serán desarrolladas posteriormente a la realización de este trabajo.

### 2.2.1. Predicción y diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas

Dentro de este campo, la IA puede ser útil para analizar datos clínicos, ya sea de imágenes cerebrales como de biomarcadores, y predecir enfermedades como el Alzheimer, el Parkinson o la esclerosis múltiple. Según Quaak et al. (2021), la aplicación del *deep learning* al análisis de neuroimágenes y posterior diagnóstico aún se encuentra en un estado inicial. No obstante, sí que se han encontrado cada vez más estudios que aplican técnicas de *deep learning* para clasificar trastornos psiquiátricos, principalmente TDAH, esquizofrenia y trastorno del espectro autista. Sobre este último, se destaca la investigación llevada a cabo por Abraham et al. (2017), para detectar biomarcadores a través de *machine learning*.

### 2.2.2. Neuroimagen y decodificación cerebral

En este campo, la IA puede ser útil para la decodificación de patrones de actividad cerebral o para comprender la manera en la que el cerebro procesa la información, dando respuesta a diversos estímulos. Nishimoto et al. (2011) describen como, en su estudio, utilizaron técnicas de resonancia magnética funcional para evaluar la actividad cerebral de los participantes mientras miraban películas. Los investigadores descubrieron que podían predecir la actividad cerebral de los participantes en relación a las películas utilizando técnicas de aprendizaje automático y luego utilizar ese conocimiento para recrear las imágenes visuales que los participantes estaban viendo. Esto sugiere que es posible que se pueda utilizar

este método en el futuro para reconstruir las experiencias visuales de las personas, incluso cuando no puedan comunicar verbalmente lo que están viendo.

### 2.2.3. Estudio de la conectividad cerebral

Empleado para el análisis de las redes cerebrales con el objetivo de tratar de comprender cómo interactúan diferentes regiones del cerebro entre sí. El estudio que elaboraron Munsell et al. (2015) es un ejemplo de análisis de la conectividad funcional mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático en imágenes de resonancia magnética funcional en reposo (RMf-ER). Este estudio tenía por objetivo la clasificación de los pacientes según la localización del foco epiléptico, para así ayudar a la planificación de la intervención quirúrgica y del tratamiento.

### 2.2.4. Rehabilitación neuropsicológica y terapias personalizadas

En esta área la IA puede ofrecer dos tipos de utilidades. Por un lado, puede servir para el desarrollo de terapias individualizadas, personalizadas al paciente. Por otro lado, también pueden ser la base de herramientas de rehabilitación que favorezcan la mejora de habilidades cognitivas o funcionamiento diario a pacientes con distintos trastornos neuropsicológicos, como aplicaciones o juegos. Hablando de estos últimos, los videojuegos, Camara Machado et al. (2017) elaboraron una investigación sobre los efectos del popular sistema de videojuegos interactivo *Xbox Kinect*, basado en un sensor de movimientos. En concreto, se centró en el empleo del sistema durante la rehabilitación de niños con parálisis cerebral. El estudio encontró utilidad en su empleo, lo que le llevó a concluir que podría ser útil para la mejoría de deficiencias motoras en esta población.

### 2.2.5. Interfaces cerebro-computadora (BCI)

La tecnología BCI es un sistema de comunicación de hardware y software que permite controlar ordenadores o dispositivos externos solamente con la actividad cerebral (Nicolas-Alonso y Gomez-Gil, 2012). Conseguir encender un interruptor con el mero hecho de pensarlo sería un ejemplo sencillo de aplicación de una BCI. Probablemente, la aplicación más

recurrente en la mente del lector sea la posibilidad de otorgar capacidad de comunicación o movimiento a personas con algún tipo de discapacidad incapacitante en alguno de estos ámbitos, más este es el principal objetivo de las BCI. En este aspecto, Pandarinath et al. (2017) han demostrado la utilidad de estos sistemas mediante el empleo de una BCI intracortical. Esta permitía a diferentes pacientes con parálisis (ELA y lesión de la médula espinal) mover un cursor para manejar un teclado y poder comunicarse. El mayor ritmo alcanzado fue de 7.8 palabras por minuto.

### 2.3. Inteligencia artificial en el campo de la neuroeducación

Una vez abarcado el campo de la neuropsicología, es momento de ver qué posibilidades se barajan en el campo de la neuroeducación. Basándose en la interacción entre el aprendizaje y el funcionamiento del cerebro, la IA tiene un gran potencial dentro de este campo, que evoluciona casi al mismo ritmo que lo hace la IA.

#### 2.3.1. Personalización del aprendizaje

Quizá el ámbito de contribución más conocido. Se trata de los sistemas de enseñanza adaptativos. Estos sistemas abarcan desde plataformas a sistemas de tutoría inteligente que ofertan caminos customizados en base al perfil de los estudiantes (Jara y Ochoa, 2020). *Liulishou* es un ejemplo de lo que esto representa, una plataforma china que utiliza la IA para ofrecer un aprendizaje personalizado del inglés a sus alumnos .

#### 2.3.2. Detección temprana de dificultades de aprendizaje

Gracias al análisis de datos y de patrones de comportamiento, la IA puede ayudar a reconocer dificultades de aprendizaje como la dislexia o el TDAH en edades tempranas. En este caso, (Ware et al., 2022) exponen que los teléfonos móviles inteligentes son ubicuos por naturaleza y están integrados con un amplio conjunto de sensores como GPS, WiFi, actividad, SMS, llamadas, etc. Es por esto que actúan como "sensores de patrones humanos" que pueden usarse para construir datos de comportamiento. El resultado de su estudio concluyó

que, tras usar los datos recogidos de los teléfonos móviles inteligentes para la predicción de síntomas de TDAH mediante *machine learning*, existen algunos síntomas que podrían predecirse con facilidad, aunque debido al pequeño tamaño de la muestra sólo se plantea desde una perspectiva precavida.

### 2.3.3. Diseño de materiales didácticos

No todos los campos de aplicación se presentan como demasiado avanzados o relacionados con investigaciones complejas. Uno de los usos más desarrollados a nivel usuario hoy en día es el de los modelos generativos (GANs) como *DALL·E 2*, capaz de generar imágenes sin copyright a partir de IA. Las posibilidades de creación son técnicamente ilimitadas. A continuación se muestra un ejemplo en el que se le pide a *DALL·E 2* que represente a un robot humanoide jugando al ajedrez utilizando el estilo artístico de Matisse:

#### Figura 1

*Representación de DALL·E 2 sobre el prompt “An oil painting by Matisse of a humanoid robot playing chess”.*



Este tipo de creaciones pueden servir de gran utilidad para crear material didáctico libre de derechos de autor, el límite es la imaginación del docente. En este caso, la imagen puede servir de utilidad para analizar las características de la pintura del autor.

#### 2.3.4. Juegos educativos y simulaciones

El juego en el contexto del aprendizaje es una pieza fundamental. Según McFarlane et al., (2002) los juegos son una manera eficaz de contribuir al aprendizaje. En este aspecto, los autores diferencian tres tipos de aprendizajes en el uso de los juegos: aprendizaje como resultado de tareas estimuladas por los contenidos del juego, conocimientos desarrollados a través del contenido del juego y habilidades que proliferan como resultado de jugar al juego. Existen diferentes ejemplos de juegos o herramientas desarrolladas mediante IA que pueden ser útiles en los entornos de aprendizaje. *Learning ML, Machine Learning for kids o Teachable Machine* son algunos ejemplos de software basado en *machine learning* en el que los alumnos entrenarán a una IA en un tema a elegir (tipos de vertebrados, números primos...) para después testear la capacidad de predicción de su IA.

#### 2.3.5. Entornos virtuales de aprendizaje (EVA)

Si bien ya existen plataformas conocidas como MOODLE, la evolución de estas son aquellas que deciden implementar IA en sus entornos para ofrecer una mejor experiencia a sus usuarios. Uno de los ejemplos es ALEKS (<https://www.aleks.com/>). ALEKS adapta el aprendizaje de cada alumno basándose en una serie de estadísticas que valoran si el alumno “está listo para aprender”. En caso de estarlo, el EVA avanza, consiguiendo un aprendizaje relativamente rápido. Si no lo está, el temario será impartido, otra vez, más adelante. El algoritmo funciona de manera personalizada, consiguiendo una tasa de aprendizaje cercana al 90% según Boykin y Xiao (2009).

### 2.3.6. Asistentes virtuales

*ChatGPT* fue liberado en Noviembre de 2022 y desde entonces ha atraído la atención de todo aquel interesado en el mundo de la tecnología. A su vez, la idea de un constructo capaz de realizar tareas complejas como trabajos académicos ha traído consigo cierta incertidumbre y, por supuesto, críticas. La sociedad puede ser reticente a los cambios y se olvida rápidamente de las múltiples ventajas que puede aportar esta tecnología. En primer lugar fue internet, junto a los motores de búsqueda que mostraban miles de resultados al alcance de un solo clic. A día de hoy, y con la aparición de asistentes virtuales o chats basados en IA, la revolución sigue su curso, esta vez en forma de máquinas capaces de entender e interpretar las peticiones de sus usuarios. Ya no se tendrá que adaptar el lenguaje a la máquina, sino que la máquina se adapta al ser humano. Por otro lado, preguntando directamente a la propia IA en su última versión (GPT4), sobre su capacidad para otorgar apoyo emocional a un estudiante, su respuesta fue la siguiente:

“*ChatGPT* puede proporcionar apoyo emocional en cierta medida a través de conversaciones y respuestas empáticas, pero es importante recordar que sigue siendo una herramienta basada en inteligencia artificial y no tiene emociones ni comprensión humana real. Algunas formas en que *ChatGPT* puede ofrecer apoyo emocional incluyen:

1. Escucha activa: *ChatGPT* puede simular la escucha activa al responder y hacer preguntas relacionadas con lo que el estudiante está compartiendo. Esto puede hacer que los estudiantes se sientan escuchados y comprendidos.
2. Validación: *ChatGPT* puede validar las emociones y sentimientos de los estudiantes al reconocer y responder de manera adecuada a sus preocupaciones y problemas.
3. Consejos generales: *ChatGPT* puede ofrecer sugerencias y consejos generales para lidiar con el estrés, la ansiedad y otras preocupaciones emocionales que los estudiantes puedan enfrentar.
4. Recursos adicionales: *ChatGPT* puede proporcionar información sobre recursos adicionales, como líneas de ayuda, sitios web y aplicaciones que pueden ofrecer apoyo emocional.

Sin embargo, es fundamental tener en cuenta las limitaciones de *ChatGPT* como una herramienta de inteligencia artificial:

- No puede comprender completamente las emociones humanas y puede proporcionar respuestas inapropiadas o no relacionadas en ciertos casos.
- No es un profesional de la salud mental ni un consejero y no debe ser considerado como un sustituto del apoyo emocional humano y el asesoramiento de expertos.
- Puede haber casos en los que *ChatGPT* no proporcione el apoyo adecuado o incluso ofrezca información incorrecta o potencialmente dañina.

Por lo tanto, aunque *ChatGPT* puede ofrecer algún nivel de apoyo emocional a los estudiantes, es fundamental que los adultos responsables (padres, tutores y educadores) estén involucrados y supervisen las interacciones para garantizar que los estudiantes reciban el apoyo adecuado y necesario. En casos de problemas emocionales graves o persistentes, siempre es recomendable buscar la ayuda de un profesional de la salud mental calificado.” (Según una conversación con *ChatGPT*, comunicación personal, marzo 23, 2023).

#### 2.4. El futuro de la IA: AGI, una visión a largo plazo

La Inteligencia Artificial General (AGI) engloba aquellos sistemas de IA capaces de llevar a cabo cualquier tarea cognitiva que un ser humano pueda hacer (Baum et al., 2011). Aún es un campo desconocido, pero muchos autores llevan tiempo especulando sobre el asunto, en concreto sobre cómo puede afectar a la sociedad y qué conflictos éticos y de seguridad puede plantear. Tampoco existe una previsión exacta sobre cuándo podría llegar a desarrollarse, algunos expertos consideran que aún estamos demasiado lejos para ello, otros consideran que es cuestión de pocas décadas (Bostrom, 2014).

Lejos o no, el futuro de la IA en forma de AGI plantea una amplia gama de beneficios tanto en industria como en la investigación científica y la atención médica y psicológica (Brynjolfsson y McAfee, 2014). En una escala mayor, la AGI podría ayudar a plantear cuestiones globales, como el cambio climático o el análisis de grandes cantidades de datos (Tegmark, 2017).

En términos de seguridad, la AGI tendría la capacidad de llevar a cabo cualquier tarea cognitiva que un ser humano pueda realizar, por lo que es importante que su desarrollo se aborde desde una perspectiva ética y alineada con los valores humanos. Como evidencian Zou

y Schiebinger (2018), es necesario que los desarrolladores identifiquen fuentes de sesgos en su IA, eliminen dichos sesgos y desarrollen algoritmos que sean resistentes a estos mismos. En el plano legislativo, es esencial que se desarrollen políticas y regulaciones, tanto nacionales como internacionales, que aborden estas preocupaciones y puedan guiar el desarrollo de la AGI de una manera responsable (Cave y ÓhÉigeartaigh, 2018). La formación en cuanto a IA, ética y seguridad deben plantearse como prioridades para garantizar que existan suficientes expertos en la materia (Taddeo y Floridi, 2018).

En definitiva, el futuro de la AGI tiene la capacidad de cambiar la sociedad de muchas maneras, pero no solo para lo bueno, sino también para lo malo. Garantizar el desarrollo ético y seguro, así como la cooperación global y el diálogo serán las bases sobre las que se deberá asentar el desarrollo de la AGI para que este hito tenga un impacto positivo y beneficioso para todos.

## 2.5. Riesgos, implicaciones y desafíos de la IA en el ámbito educativo (AIED)

La AIED tiene el potencial para ser partícipe en el proceso de enseñanza aprendizaje, especialmente si se trata de aspectos como el suministro de contenido curricular de manera adaptativa y automatizada, apoyo para la aplicación de conocimiento, tareas de personalización, evaluación significativa y basada en competencias y retroalimentación constructiva y formativa (Long y Alevan, 2017; Kulik and Fletcher, 2016, como se citan en Lamerás y Arnab, 2022). Sin embargo, aún existen una serie de riesgos, implicaciones y desafíos que se derivan de la AIED y que aún no han sido completamente investigados (Lamerás y Arnab, 2022). Algunos de ellos pueden ser cuestiones de ética, privacidad, justicia, o sobre qué capacidades deberían desarrollar los docentes para trabajar y mejorar la AIED.

Según Lamerás y Arnab (2022), se debe cambiar y deconstruir la concepción y enfoque de la enseñanza, así como las habilidades y destrezas asociadas con el fin de formar parte del desarrollo de aplicaciones basadas en AIED. Para avanzar en este camino, los autores consideran un requisito necesario que los docentes desarrollen su comprensión y competencias digitales, en especial en el campo de las AIED, con el fin de innovar, experimentar y comunicar diferentes nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje.

A propósito de lo anterior, la Resolución de 4 de mayo de 2022 ya contempla un marco de referencia de la competencia digital docente actualizado recientemente. En base a esto, es importante que continúen las actualizaciones y que se tengan en cuenta este tipo de tecnologías, que no se desligue una competencia de otra y que se vean vinculadas. Que la competencia digital docente incluya a la IA.

En conclusión, la implementación de IA en el aula puede ser un avance de gran magnitud en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no obstante, también plantea desafíos éticos y sociales que deben ser abordados para garantizar el buen uso de la misma. Para ello, es necesario contar con un profesorado formado en nuevas tecnologías, que cuenten con una base de competencia digital docente y que esa relación con el futuro de la IA sea constante. A su vez, se deben desarrollar nuevas relaciones entre profesionales educativos y otros agentes expertos que puedan asesorar a ayudar en términos de transición digital.

### 3. Marco metodológico

El objetivo principal de este proyecto será llevar a cabo una investigación que permita analizar el conocimiento y uso de la IA en los centros educativos de Educación Primaria de la comunidad autónoma de Cantabria. En base a ello, se enumeran los siguientes objetivos específicos:

- Identificar el nivel de conocimiento sobre la IA de los docentes de E.P.
- Examinar la prevalencia y las diferentes aplicaciones de IA utilizadas en los centros educativos (si se usan).
- Observar la relación entre la edad y el conocimiento tecnológico en relación a la IA, teniendo en cuenta el marco de la competencia digital docente.
- Identificar barreras y oportunidades para el empleo de IA en el ámbito educativo.

Así pues, en relación a estos objetivos, se desarrollaran las siguientes hipótesis. Estas hipótesis de investigación responden a tentativas que se creen que se encontrarán al llevar a cabo la investigación. Por tanto:

- H<sub>1</sub>: Existe una correlación positiva entre el nivel de conocimiento de IA por parte de los docentes y la implementación de la misma en el aula.
- H<sub>2</sub>: Los docentes más jóvenes tienen mayor nivel de competencia digital docente.
- H<sub>3</sub>: Los docentes más jóvenes tienen más conocimiento sobre la IA.
- H<sub>4</sub>: Los docentes con mayor competencia digital docente tienen más conocimiento sobre la IA.
- H<sub>5</sub>: No existen diferencias significativas en cuanto al género y el nivel de competencia digital docente ni el conocimiento de IA.

#### 3.1. Diseño

De esta manera, se plantea un estudio cuantitativo correlacional-predictivo. De este modo, sin contar con una variable independiente como tal, se pretende aplicar e interpretar un análisis correlacional que permita saber si existen relaciones simétricas entre las variables que se mencionarán más adelante. Es importante tener en cuenta que los resultados de este

tipo de estudio no implican relaciones causales, pero si encontrar esa relación simétrica. Puesto que el manejo de IA en los centros educativos es en sí un tema novedoso a la par que complejo y poco desarrollado, se justifica este tipo de formato en el diseño del estudio como una primera piedra para abordar el estudio de esta área más adelante con diseños puramente experimentales que impliquen el manejo de variables independientes como, por ejemplo, un proyecto que aborde la esencia de esta investigación bajo una perspectiva intervencionista que pretenda inducir cambios (p. ej. La intervención didáctica en materia de competencia digital docente, incluyendo el campo de la IA).

### 3.2. Población y muestra

La comunidad autónoma de Cantabria en España cuenta con 185 centros educativos de Educación Primaria. De estos, 135 son públicos, 50 concertados y uno privado. Para este estudio, esta sería la población. Con la intención de obtener resultados lo más significativos posibles, se propone realizar la selección de la muestra según la técnica de muestreo probabilístico aleatorio estratificado. De este modo, se identifican tres niveles: centros de enseñanza pública ( $\approx 72\%$ ), centros concertados ( $\approx 27\%$ ) y privados ( $< 1\%$ ). Se realizarán muestreos proporcionales dentro de cada estrato que se ajusten a los porcentajes indicados.

Para calcular el tamaño muestral necesario para dicho muestreo aleatorio estratificado con un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5%, se utilizará la siguiente fórmula:

$$n_i = \frac{(Z^2 p_i q_i N_i)}{[(Z^2 p_i q_i N_i) + (N_i - 1) e^2]}$$

Donde:

$n_i$  es el tamaño de muestra necesario para el estrato  $i$ .

$Z$  es el valor de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza (para un nivel de confianza del 95%,  $Z = 1.96$ ).

$p_i$  es la proporción de la población que pertenece al estrato  $i$ .

$q_i$  es la proporción complementaria de la población que no pertenece al estrato  $i$  ( $q_i = 1 - p_i$ ).

$N_i$  es el tamaño de la población en el estrato  $i$ .

$e$  es el nivel de error deseado. Se un nivel de error del 5%.

Tras realizar los cálculos pertinentes, se obtiene que el tamaño muestral necesario para el estrato de centros públicos sería  $\approx 96$ , así como  $\approx 37$  para centros concertados. Finalmente, también se incluiría el único centro privado de la región como parte de la muestra.

### 3.3. Variables e instrumentos de evaluación

- Conocimiento de IA: Se utilizará un cuestionario personalizado autoadministrado para evaluar el nivel de conocimiento de IA de los docentes. Se pretende, gracias a este cuestionario, extraer una variable ordinal que oscile desde un nivel básico (A1), hasta un nivel avanzado (C2). Se detallará más adelante.
- Implementación de IA: A través del mismo cuestionario, se recopilará información sobre la prevalencia de IA en el aula. En función del grado de implementación, se obtendrá un resultado que arroje una variable ordinal. Se detallará más adelante.
- Nivel de competencia digital docente: Basándose en el marco de referencia de la competencia digital docente de la Resolución de 4 de mayo de 2022, donde se diferencian niveles que oscilan desde un nivel básico (A1), hasta un nivel avanzado (C2), similar al marco común europeo de idiomas. Estos niveles se representarán a través de una variable ordinal.
- Edad. Se tendrá en cuenta la edad de los docentes. Se obtendrá en forma de variable cuantitativa.
- Género. Se tendrá en cuenta el género de los docentes. Se obtendrá en forma de variable cuantitativa. Se obtendrá en forma de variable nominal (0 = masculino, 1 = femenino, 2 = no binario).

Para llevar a cabo las mediciones de todas estas variables, se utilizarán una serie de instrumentos de medida. Algunos de ellos deberán ser desarrollados expresamente para el desarrollo de este proyecto, contando con la intervención de diversos expertos.

- Cuestionario sobre conocimiento e implementación de la IA en los centros educativos. Este cuestionario tiene como finalidad recoger información sobre el conocimiento y el nivel de implementación de IA en los centros educativos. Dicho test deberá ser elaborado en colaboración con expertos del ámbito educativo y expertos en uso de IA. De naturaleza autoadministrada, se plantea de manera similar a los test que miden el nivel de competencia digital docente, contando con un marco que distinga niveles desde un A1 hasta un C2 para los docentes que cuenten con mayor conocimiento/implementación. Constará de dos partes, cada cual destinada a medir una de las dos variables. Se deberá desarrollar un marco de referencia previo, incluyendo información pertinente a lo visto previamente en los diversos apartados del marco teórico de este trabajo y cumplimentando dicha información con los conocimientos y directrices de los expertos.
- Nivel de competencia digital docente. Siguiendo el marco de referencia de la competencia digital docente de la Resolución de 4 de mayo de 2022, se desarrollará un cuestionario autoadministrado donde los docentes deberán contestar con sinceridad de acuerdo a sus capacidades. A diferencia del cuestionario sobre conocimiento e implementación de la IA, el marco de referencia ya viene dado por dicha resolución, por lo que la elaboración del mismo requerirá de menos trabajo y recursos humanos.

### 3.4. Procedimiento y cronograma

El proyecto contará de tres fases: preparación, administración y análisis de resultados, contando a partir de la aceptación de nuestro proyecto, ya sea por parte de la consejería o por mecanismos privados que financien la investigación. A raíz de esto, cada fase contará con una *checklist* de tareas que deben ser completadas antes de saltar a la siguiente fase. Si alguna de las tareas no ha sido completada, se recomienda ampliar los plazos de dicha fase.

### 3.4.1. Fase de preparación

En esta fase se llevarán a cabo todas las cuestiones preliminares de cara al estudio. Principalmente se distinguen la selección y contratación de expertos (un mes), el diseño de las pruebas (un mes) y la selección de la muestra y obtención del consentimiento informado (un mes).

- Selección y contratación de expertos. Se ofertarán puestos en la investigación para expertos en educación y en IA para llevar a cabo la investigación y, principalmente, el diseño de las pruebas.
- Diseño de pruebas. Se llevará a cabo el desarrollo de los cuestionarios mencionado en el apartado anterior, teniendo en cuenta las aportaciones de ambos grupos de expertos.
- Selección de la muestra y obtención del consentimiento informado. Tras seleccionar a los centros educativos partícipes en la investigación, se contactará con ellos vía correo electrónico para informar sobre la investigación y obtener el consentimiento informado.

### 3.4.2. Fase de administración

Se llevará a cabo la administración de las pruebas. El tiempo se enmarca en tres meses para lidiar con inconvenientes y problemas que puedan surgir (desplazamientos, recursos materiales...).

- Administración de cuestionarios. Ya que se plantean como cuestionarios autoadministrados, se pretende que los docentes tengan la libertad para realizarlo cuando quieran a través de internet. No obstante, el tiempo que se dedica a esta fase es lo suficientemente extenso como para lidiar con problemas que puedan surgir, así como dudas, dificultad de acceso a medios digitales u otras cuestiones.

### 3.4.3. Fase de análisis

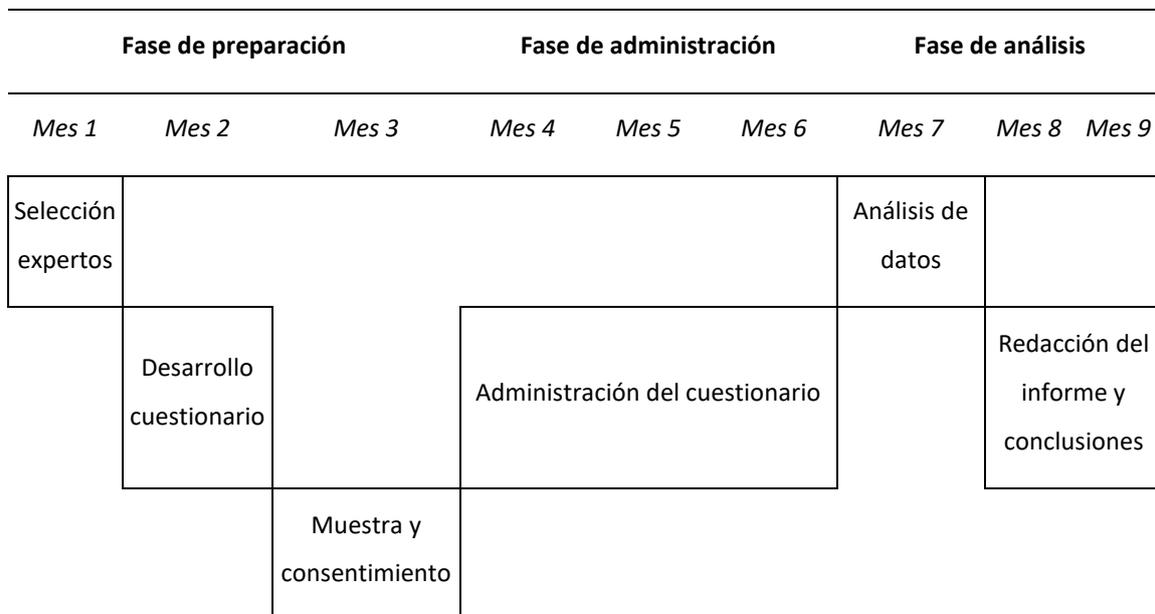
En la última fase del proyecto, el equipo investigador se dedicará al análisis de los datos obtenidos por las pruebas realizadas (un mes), así como a la redacción del informe final con los resultados y conclusiones extraídas del estudio.

- Análisis de datos. Dada la naturaleza de los cuestionarios, basados en marcos de referencia, el trabajo de análisis no debería ser demasiado complejo. El método de análisis, como las herramientas necesarias se detallarán más adelante.
- Redacción del informe. Se redactará un informe final con los resultados de la investigación.

En definitiva, el trabajo podrá ser finalizado en torno al noveno mes de trabajo. Como se ha mencionado anteriormente, puede que se requieran modificaciones en la temporalización del proyecto. La Figura 2 muestra un diagrama de Gantt que resume todo este apartado.

**Figura 2**

*Diagrama de Gantt con el cronograma del proyecto*



### 3.5. Análisis de datos

Para la comprobación de las hipótesis de investigación planteadas anteriormente, haremos uso del análisis estadístico correlacional para variables no paramétricas. Es decir, emplearemos el coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman. Para ello, el equipo de investigadores hará uso de software de análisis estadístico JASP de código abierto, así como del paquete LibreOffice de código abierto también, en concreto de la herramienta Calc para el manejo de datos.

- $H_1$ : Existe una correlación positiva entre el nivel de conocimiento de IA por parte de los docentes y la implementación de la misma en el aula.  $H_0$  = No existe relación entre el nivel de conocimiento de IA por parte de los docentes y la implementación de la misma en el aula. Se obtiene realizando el coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman entre la variable “conocimiento de IA” y “implementación de IA”. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aceptaría la hipótesis alternativa  $H_1$ .
- $H_2$ : Los docentes más jóvenes tienen mayor nivel de competencia digital docente.  $H_0$  = No existe relación entre la edad de los docentes y su nivel de competencia digital docente. Se obtiene realizando el coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman entre la variable “nivel de competencia digital docente” y “edad”. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aceptaría la hipótesis alternativa  $H_2$ .
- $H_3$ : Los docentes más jóvenes tienen más conocimiento sobre la IA.  $H_0$  = No existe relación entre la edad y el conocimiento sobre IA. Se obtiene realizando el coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman entre la variable “conocimiento de IA” y “edad”. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aceptaría la hipótesis alternativa  $H_3$ .
- $H_4$ : Los docentes con mayor competencia digital docente tienen más conocimiento sobre la IA.  $H_0$  = No existe relación entre la competencia digital docente y el conocimiento sobre la IA. Se obtiene realizando el coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman entre la variable “nivel de competencia digital docente” y “conocimiento de IA”. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aceptaría la hipótesis alternativa  $H_4$ .
- $H_5$ : No existen diferencias significativas en cuanto al género y el nivel de competencia digital docente ni el conocimiento de IA.  $H_0$  = Existe relación entre la

competencia digital docente y el conocimiento sobre la IA en cuanto al género. Se puede realizar un análisis correlacional de las tres variables, “nivel de competencia digital docente” y “conocimiento de IA” con “género” o realizar dos análisis, cada una de las dos primeras variables indicadas respecto a la variable “género”. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aceptaría la hipótesis alternativa  $H_5$ .

### 3.6. Recursos humanos, materiales y económicos

La importancia de este trabajo viene justificada por los grandes avances que se están produciendo en los últimos años en materia de tecnología e IA. Comprobar el estado de la comunidad en materia educativa puede prevenir riesgos e iniciar procedimientos que permitan un avance sostenible, equilibrado y con el foco puesto en las nuevas prácticas que abran las puertas a nuevas oportunidades y metodología del proceso enseñanza-aprendizaje. Para ello, el proyecto requiere de la composición de un pequeño grupo de investigadores que lleven a cabo dicha investigación. Es por ello que, en cuanto a recursos humanos, se solicita la incorporación de un experto en nuevas tecnologías e IA, que trabaje en coordinación con otro experto investigador en materia educativa. Como mínimo, la investigación podría ser llevada a cabo por dos personas, aunque lo recomendable sería incluir un tercer investigador que pueda ayudar, sobre todo, en el proceso de recogida y análisis de datos.

En cuanto a los materiales, se ha optado por la utilización de software de código abierto para reducir gastos. No obstante, si la comunidad autónoma cede un espacio al equipo de investigación, es posible que este espacio cuente con dispositivos que ya cuenten con licencias de otro software de pago, lo cual no incidiría en nada a la investigación, es más, daría la oportunidad a los investigadores de acordar el tipo de software con el que estén más familiarizados. En cuanto a esto último, se valoraría también la posibilidad de trabajar en remoto, sin requerir de un espacio físico. No obstante, el equipo informático si deberá ser adquirido independientemente del medio en el que se trabaje (un equipo por investigador).

Así pues, la investigación tendrá que contar con lo anterior mencionado a la hora de presentar un presupuesto al organismo financiador. En principio, los recursos económicos sólo deberán cubrir salario de los investigadores (incluye desplazamientos, extra por trabajo en

remoto, ...) y material y soporte informático. Además, se presupuesta una tirada económica para la promoción de la investigación.

**Tabla 1**

*Presupuesto de la investigación*

	<b>Importe</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Total</b>
Salario de los investigadores	1500€	2	9 meses	27000€
Equipos y soporte informático	1000€	2		2000
Promoción	1000€	1		1000€
<b>TOTAL</b>				<b>30000€</b>

## 4. Discusión y conclusiones

### 4.1. Discusión

El objetivo de esta investigación consiste en analizar el conocimiento y uso de la IA en los centros educativos de Educación Primaria de la comunidad autónoma de Cantabria. Para ello, se enumeraron cuatro objetivos específicos de los que se proponen diferentes hipótesis. Puesto que en este documento se describe el diseño de esta investigación sin haberse llevado a cabo en un contexto real, este apartado abordará las posibles consecuencias de la confirmación o no de las hipótesis planteadas en el apartado anterior.

En primer lugar, se plantea que existe una correlación positiva entre el nivel de conocimiento de IA por parte de los docentes y la implementación de la misma en el aula. Así pues, se parte de la base de que la adquisición de nuevos conocimientos respecto al mundo de las tecnologías y la competencia digital docente provocará cambios en la manera en la que los docentes imparten sus clases. Como se pudo hallar en la investigación de Núñez-Canal et al. (2022), la pandemia influyó de manera directa en la manera en la que los docentes ejercían su trabajo. En este sentido, el profesorado se vio obligado a recurrir a medios telemáticos y, por tanto, renovarse y volverse más competentes digitalmente. Como resultado, lejos de dejar de lado las nuevas prácticas y metodologías desarrolladas durante la pandemia, se ha detectado un incremento en su uso en el aula, convirtiéndose en prácticas cotidianas y una herramienta pedagógica más a disposición de la enseñanza. Volviendo a la hipótesis inicial, se puede establecer una relación similar con el empleo de IA en el aula. Se espera entonces que sea en las aulas donde los docentes tienen más conocimiento sobre IA, donde más se pueda ver implementada y convertida en una herramienta de uso cotidiano más que en un recurso ocasional o episódico. De la misma manera, el estudio realizado por Ayanwale et al. (2022) e implementado en 368 docentes de escuelas primaria y secundaria en Nigeria, así afirma que la confianza de los docentes en enseñar a trabajar con IA, predice la intención real de trabajar con IA en el aula, a la vez que el auge de la influencia de la IA en la sociedad predice su inminente utilización en las aulas.

En segundo y tercer lugar, los docentes más jóvenes tienen mayor nivel de competencia digital docente y más conocimiento sobre la IA. Esta es una suposición que se fundamenta en varios estudios relevantes al respecto. En este sentido, (Anderson y Jiang, 2018; Bringué y Sádaba-Chalezquer, 2008) señalan que el uso de las tecnologías siguen aún siendo predominante entre los jóvenes, lo que puede traducirse en mayor nivel de manejo con las mismas y, por ende, mayor nivel de competencia digital docente si se traslada a las nuevas generaciones de docentes. Así pues, este fenómeno puede depender mucho de la localización del estudio. Según Eurostat, se pueden apreciar patrones diferentes al observar el uso de internet entre la población. Dinamarca o Suecia se colocarían a la cabeza con hasta un 95% de la población conectada a la red, mientras que en regiones como Bulgaria o Rumanía esta cifra puede reducirse hasta alcanzar un 54% de usuarios.

En relación a las hipótesis anteriores, se puede predecir en una cuarta hipótesis que los docentes con mayor competencia digital docente tienen más conocimiento sobre la IA. Analizando el marco de referencia de la competencia digital docente de la Resolución de 4 de mayo de 2022, se puede observar que, en gran medida, el nivel avanzado (C) suele estar orientado a la investigación de nuevas vías. En este sentido se destacan como ejemplo “2.1.C1.3. Investiga y evalúa nuevas tendencias en la organización de los contenidos de Internet para adaptarse a su evolución” (p. 12) en cuanto a búsqueda y selección de contenidos digitales, lo que puede integrar manejo de *big data* y su respectiva IA asociada o “3.3.C1.1. Analiza las características de nuevas tecnologías digitales de colaboración y cooperación, reflexionando sobre las posibilidades de integración en su práctica docente y en el centro.” (p. 23) en relación al aprendizaje entre iguales. Se concluye que aquellos docentes que alcancen niveles más avanzados de competencia digital docente deben mantener contacto con las nuevas tecnologías en continuo desarrollo y, por tanto con la IA. No obstante, autores como Pedro et al., (2019) ya plantean la necesidad de remodelar estos marcos y orientarlos también hacia el desarrollo de habilidades orientadas al manejo de IA, ya sean la creación y decodificación de tecnologías digitales. En relación a la hipótesis de este estudio, Pedro et al. (2019) argumentan como imprescindible la adquisición de estas nuevas habilidades orientadas al manejo de IA en entornos pedagógicos, que permitan a los docentes hacer un buen uso de la IA, creando soluciones sostenibles en entornos reales.

Finalmente, se intuye que no existirán diferencias significativas en cuanto al género y el nivel de competencia digital docente ni el conocimiento de IA. No obstante, esta hipótesis puede ser una de las más discutidas. Según el informe elaborado por la Comisión Europea et al. (2018), un 70% de los hombres frente a un 63% de las mujeres piensa que las nuevas tecnologías puede tener un impacto positivo sobre sus vidas. En este sentido, el informe detalla que la población femenina tiende a estar menos informada sobre nuevas tecnologías, lo que podría influir sobre ese fenómeno de desconfianza y por tanto, de manera directa sobre el nivel de conocimiento sobre IA.

#### 4.2. Conclusiones esperadas

La IA es un campo de investigación aún muy novedoso y que, pese a traer multitud de oportunidades para casi todos los entornos, también implica una serie de riesgos y consideraciones a tener en cuenta. Como muchos de los avances de nuestra sociedad, la tecnología es el motor para que estos se desarrollen. La enseñanza y la educación no es una excepción. En este sentido se debe velar por que los docentes no solo adquieran competencias académicas y de gestión de la docencia, sino que también desarrollen y se adquiera cierto grado de competencia digital docente para poder seguir avanzando con una base sólida y de manera competente.

En lo que respecta a en cuanto brechas se refiere (brecha de género y brecha generacional), la continua formación del profesorado debe seguir comprometida con la formación de aquellos no nativos digitales, siguiendo el marco de referencia de la competencia digital docente que ya se ha nombrado en anteriores apartados. En cuanto a la brecha de género posiblemente detectada durante la investigación, se propone abarcar las razones por las que este fenómeno sigue presente entre los propios docentes y establecer hojas de ruta hacia este campo de investigación que puedan reducir la distancia entre géneros.

Así pues, en lo que se refiere al futuro de la IA, es plausible que muchas de las cosas que conocemos cambien y se desarrollen nuevas maneras de entender la educación, el planteamiento de un nuevo paradigma. Frente a esto, los sistemas gubernamentales deben estar prevenidos y desarrollar nuevas medidas legislativas que regulen y establezcan barreras a lo que podrían ser malos usos de la IA. A su vez, es necesario empezar a fomentar la

investigación sobre IA para poder comprender mejor los límites de esta nueva tecnología y saber cómo abordarla de la mejor manera. De la misma manera que en lo gubernamental, los docentes también deben aspirar a conocer en mayor profundidad todos estos aspectos, a ser expertos y desarrollar su competencia digital para aprovechar todo el potencial de la AIED a la vez que reducir riesgos y controlar su desarrollo en las aulas.

#### 4.3. Limitaciones esperadas

La investigación pretende abarcar una muestra bastante amplia con la intención de arrojar resultados fiables. No obstante, esto significa que el proceso de recogida de datos será un proceso complejo y del cual también se tiene que tener en cuenta la posibilidad de no llegar a todos los centros educativos que se pretenden estudiar. Del mismo modo, el tiempo puede ser un factor en contra ante cualquier imprevisto. En caso de elongar los plazos de la investigación, los costes de la misma se verán proporcionalmente aumentados.

Otra de las limitaciones a considerar será la validez que pueda alcanzar el destinado test a medir el conocimiento e implementación de la IA en las aulas. Contando con el tiempo a disponer se espera que el test no arroje unos resultados totalmente fiables, pero si lo suficientemente relevantes, junto a la cantidad muestral, como para esbozar una perspectiva global de los centros educativos de la región en este campo.

Por último, la financiación del proyecto es otra de las posibles limitaciones a considerar, en este caso en la fase previa a la puesta en marcha de la investigación. El presupuesto considera la contratación y constitución de un grupo de expertos, por lo que se requerirá del apoyo de organismos o empresas interesados en el campo de investigación para poder financiar el proyecto.

#### 4.4. Prospectiva

Con respecto a futuras líneas de investigación, se proponen varias vías de desarrollo no excluyentes entre sí: a) extrapolar la investigación al entorno nacional; b) comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones con el mismo objetivo; c) ampliar la

investigación hacia futuras aplicaciones de la IA; d) desarrollar aplicaciones para el entorno educativo basadas en IA.

Con respecto a las aplicaciones educativas, la información aportada por esta investigación puede converger en el desarrollo de un plan de acción basado en la intervención en centros educativos respecto buenas prácticas de la IA. A su vez, el mismo plan de acción puede ser desarrollado con la intención de fomentar la competencia digital docente en los centros educativos de la comunidad autónoma de Cantabria, como un plan de acción conjunto en coordinación la Consejería de Educación, formación Profesional y Turismo.

## Referencias bibliográficas

- Abraham, A., Milham, M. P., Di Martino, A., Craddock, R. C., Samaras, D., Thirion, B., y Varoquaux, G. (2017). Deriving reproducible biomarkers from multi-site resting-state data: An Autism-based example. *NeuroImage*, *147*, 736-745.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.10.045>
- Anderson, M., y Jiang, J. (2018, mayo 31). Teens, Social Media and Technology 2018. Pew Research Center: Internet, Science & Tech.  
<https://www.pewresearch.org/internet/2018/05/31/teens-social-media-technology-2018/>
- Ayanwale, M. A., Sanusi, I. T., Adelana, O. P., Aruleba, K. D., y Oyelere, S. S. (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100099.  
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>
- Baum, S., Goertzel, B., y Goertzel, T. (2011). How long until human-level AI? Results from an expert assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, *78*, 185-195.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.09.006>
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies* (First edition). Oxford University Press.
- Boykin, K. M., y Xiao, Z. (2009). New Artificial Intelligence Systems for Improving Student Math Skills: Assessment and LEarning in Knowledge Spaces (ALEKS). *Retrieved October, 5*.

- Bringué, X. (Xavier), y Sádaba-Chalezquer, C. (Charo). (2008). La generación interactiva en Iberoamérica. Niños y adolescentes ante las pantallas. Colección Fundación Telefónica, Ariel. Barcelona. <https://dadun.unav.edu/handle/10171/7307>
- Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company.
- Bzdok, D., y Ioannidis, J. P. A. (2019). Exploration, Inference, and Prediction in Neuroscience and Biomedicine. *Trends in Neurosciences*, 42(4), 251-262. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2019.02.001>
- Camara Machado, F. R., Antunes, P. P., Souza, J. D. M., Santos, A. C. D., Levandowski, D. C., y Oliveira, A. A. D. (2017). Motor Improvement Using Motion Sensing Game Devices for Cerebral Palsy Rehabilitation. *Journal of Motor Behavior*, 49(3), 273-280. <https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1191422>
- Cave, S., y ÓhÉigeartaigh, S. S. (2018). An AI Race for Strategic Advantage: Rhetoric and Risks. *Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 36-40. <https://doi.org/10.1145/3278721.3278780>
- Duch, W., Matykiewicz, P., y Pestian, J. (2008). Neurolinguistic approach to natural language processing with applications to medical text analysis. *Neural Networks*, 21(10), 1500-1510. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2008.05.008>
- European Commission, Directorate-General for Communications Networks, y Content and Technology. (2018). Women in the digital age: Executive summary. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/517222>

Eurostat. (2023). Individuals who used the internet, frequency of use and activities [Data set].

[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC\\_R\\_IUSE\\_I\\_custom\\_2790255/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5a0fe75a-4527-4133-8040-277c4a3826c9](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC_R_IUSE_I_custom_2790255/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5a0fe75a-4527-4133-8040-277c4a3826c9)

Gershgorn, D. (2017, septiembre 10). The Quartz guide to artificial intelligence: What is it, why is it important, and should we be afraid? *Quartz*. <https://qz.com/1046350/the-quartz-guide-to-artificial-intelligence-what-is-it-why-is-it-important-and-should-we-be-afraid>

Hernández Heras, G. (2017, noviembre 20). ¿Qué es la robótica? (Introducción a la robótica y microcontroladores). *Hacia el espacio*.

<https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=733>

Jara, I., y Ochoa, J. M. (2020). *Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002380>

Lameras, P., y Arnab, S. (2022). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information*, 13(1), Article 1.

<https://doi.org/10.3390/info13010014>

LeCun, Y., Bengio, Y., y Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), Article 7553.

<https://doi.org/10.1038/nature14539>

Mayo, M. (2022, mayo 9). Machine Learning Key Terms, Explained. *KDnuggets*.

<https://www.kdnuggets.com/machine-learning-key-terms-explained.html>

Mcfarlane, A., Sparrowhawk, A., y Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games*. <https://hal.science/hal-00699812>

Méndez, E., y Moreiro González, J. A. (1999). *Lenguaje natural e indización automatizada*

(Journal Article (Paginated) N.º 3). Ciencias de La Información.

<http://eprints.rclis.org/12685/>

Munsell, B. C., Wee, C.-Y., Keller, S. S., Weber, B., Elger, C., da Silva, L. A. T., Nesland, T.,

Styner, M., Shen, D., y Bonilha, L. (2015). Evaluation of machine learning algorithms

for treatment outcome prediction in patients with epilepsy based on structural

connectome data. *NeuroImage*, 118, 219-230.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.06.008>

Nicolas-Alonso, L. F., y Gomez-Gil, J. (2012). Brain Computer Interfaces, a Review. *Sensors*,

12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/s120201211>

Nishimoto, S., Vu, A. T., Naselaris, T., Benjamini, Y., Yu, B., y Gallant, J. L. (2011).

Reconstructing visual experiences from brain activity evoked by natural movies.

*Current Biology*, 21(19), 1641-1646. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.08.031>

Núñez-Canal, M., de Obesso, M. de las M., y Pérez-Rivero, C. A. (2022). New challenges in

higher education: A study of the digital competence of educators in Covid times.

*Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121270.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121270>

Pandarinath, C., Nuyujukian, P., Blabe, C. H., Sorice, B. L., Saab, J., Willett, F. R., Hochberg,

L. R., Shenoy, K. V., y Henderson, J. M. (2017). High performance communication by

people with paralysis using an intracortical brain-computer interface. *eLife*, 6,

e18554. <https://doi.org/10.7554/eLife.18554>

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., y Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6533>

Quaak, M., van de Mortel, L., Thomas, R. M., y van Wingen, G. (2021). Deep learning applications for the classification of psychiatric disorders using neuroimaging data: Systematic review and meta-analysis. *NeuroImage. Clinical*, 30, 102584. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102584>

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.

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. Alienta Editorial.

Russell, S. J., y Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence A Modern Approach (3rd Edition)*. Prentice Hall.

Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer Nature.

Taddeo, M., y Floridi, L. (2018). How AI can be a force for good. *Science*, 361(6404), 751-752. <https://doi.org/10.1126/science.aat5991>

Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. Deckle Edge.

Ware, S., Knouse, L. E., Draz, I., y Enikeeva, A. (11-15 de Noviembre de 2022). *Predicting ADHD Symptoms Using Smartphone Sensing Data*. Proceedings of the 2022 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing

(UbiComp/ISWC '22 Adjunct), Cambridge, Reino Unido. <https://ubicomp-mental-health.github.io/papers/2022/Ware-ADHD.pdf>

Zou, J., y Schiebinger, L. (2018). AI can be sexist and racist—It's time to make it fair.

*Nature*, 559(7714), 324-326. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05707-8>