

Introducción a la Inteligencia Artificial desde el aula de Matemáticas

Álvaro Molina Ayuso

IES Blas Infante (Córdoba), molinaayuso@gmail.com

Resumen: La tecnología basada en algoritmos de inteligencia artificial (IA), y en especial el Machine Learning (ML), está cada vez más presente en nuestra vida diaria. Por este motivo es importante educar a la ciudadanía en general, y a los estudiantes de Educación Secundaria en particular, en el uso y conocimientos básicos de esta tecnología. La propuesta que se expone en este trabajo consiste en una aproximación inicial a los conceptos básicos de los algoritmos de Machine Learning empleando el recurso educativo learningml con estudiantes de 1º de E.S.O., con el objetivo de aprender cómo esta tecnología puede clasificar textos utilizando diferentes enunciados de problemas de Matemáticas.

Palabras clave: Alfabetización digital, Inteligencia Artificial, Machine Learning, Matemáticas.

Introduction to Artificial Intelligence in the Mathematics Classroom

Abstract: The use of technology based on artificial intelligence (AI) algorithms, specially the Machine Learning, is becoming more and more present in our daily lives. For this reason it's important to provide citizens in general, and Secondary Education students in particular, with basic knowledge and use of this technology. The proposal presented in this work consists of an initial approach to the basic concepts of Machine Learning using the educational resource learningml with students from the first year of Secondary Education, with the aim of learning how this technology can classify texts using different statements of Mathematics word problems.

Key words: Artificial Intelligence, Digital Literacy, Machine Learning, Mathematics.

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios que vivimos en nuestra sociedad, así como las necesidades que van surgiendo de la mano de un desarrollo tecnológico cada vez más fuerte, plantean la necesidad de nuevos enfoques metodológicos que aporten los modelos de enseñanza y aprendizaje necesarios para potenciar en nuestro alumnado el desarrollo de capacidades relacionadas con la creatividad y resolución de problemas. Además, esto tiene que ir ligado a la adquisición de competencias técnico-científicas que permitan adaptarse y resolver nuevas situaciones que puedan plantearse en un futuro (Casado Fernández y Checa Romero, 2020). Para dar respuesta a esta necesidad o inquietud, es importante tener presente el término STEM, acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics. Se puede considerar que el término STEM es un panel (variante y creciente) de herramientas tecnológicas, perspectivas pedagógicas y enfoques metodológicos (Couso, 2017) que se consideran de utilidad para los objetivos de un trabajo contextualizado en el ámbito de las disciplinas a las que hace referencia.

Desarrollar en un ámbito educativo un trabajo dentro de un enfoque STEM puede ayudar a desarrollar en nuestro alumnado un conjunto de habilidades, ligadas a la tan necesaria alfabetización digital, que son esenciales para desenvolverse como ciudadanos del Siglo XXI. Una alfabetización digital que, como todas, busca paliar diferencias entre los distintos sectores de la sociedad; unos conocimientos básicos que ayudan a mitigar la brecha digital fomentando la capacidad de la ciudadanía para utilizar de manera crítica la información de la que disponemos con acceso libre en Internet (Gurstein, 2011). La alfabetización digital se deriva en varias dimensiones, si bien en este trabajo cobra especial relevancia la denominada alfabetización en inteligencia artificial: un conjunto de competencias que permite a las personas valorar de forma crítica las tecnologías de IA, comunicarse, colaborar eficazmente con ellas y utilizarlas como herramientas en línea en un contexto particular o en el lugar de trabajo (Long y Magerko, 2020).

2. INTRODUCIR CONCEPTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y MACHINE LEARNING EN EL AULA DE SECUNDARIA

Cuando hablamos de Inteligencia Artificial y Machine Learning, es conveniente tener un referente para su definición. De forma general, la Inteligencia Artificial (IA) es el estudio de agentes que reciben percepciones del entorno y realizan acciones (Russell y Norvig, 2009). Esto incluye sistemas lógicos elaborados a partir de principios deductivos generales que resuelven problemas específicos, así como modelos de aprendizaje automático, o Machine Learning (ML), entrenados con grandes cantidades de datos para encontrar patrones de forma inductiva (Lao, 2020). Hoy día nos encontramos que para acercar los principios básicos de IA y ML son muchos los docentes, iniciativas educativas, trabajos de investigación o difusión que crean y comparten propuestas, recursos y proyectos educativos dirigidos a estudiantes de diferentes niveles educativos, incluso para los primeros ciclos de Educación Primaria (Ho y Scadding, 2019). Y para que esto sea efectivo, práctico y sirva para establecer unas bases adecuadas a las distintas edades de cara a familiarizar a la ciudadanía y a nuestro alumnado con los conceptos básicos de esta tecnología, es necesario destilar las abstracciones más importantes que ayuden a los docentes a llevar al trabajo de aula el uso de algoritmos de ML de forma adecuada.

Para abordar y contextualizar debidamente esta reflexión educativa general, pero centrándonos en el conocimiento básico y el adecuado desarrollo de la alfabetización en IA de nuestro alumnado, se puede tener como referente el conjunto de competencias y resultados esperados en el aprendizaje y alfabetización en IA propuestas por Long y Magerko (2020) y que recoge la UNESCO (2022) en el documento “K-12 AI curricula. A mapping of government-endorsed AI curricula”. De todas las competencias que se plantean en el artículo mencionado, en la Tabla 1 se destacan las más relevantes y que cobran especial interés en el desarrollo de este trabajo:

Tabla 1

Marco de competencias en IA

Competencia	Descripción
Reconocer la IA	Distinguir entre artefactos tecnológicos que utilizan y no utilizan IA.

Interdisciplinaridad	Reconocer que hay muchas maneras de pensar y desarrollar máquinas "inteligentes". Identificar diversas tecnologías que utilizan IA, como el ML.
Imaginar el futuro de la IA	Imaginar posibles aplicaciones futuras de IA y considerar los efectos de dichas aplicaciones en el mundo.
Pasos del ML	Comprender los pasos implicados en el Machine Learning y las prácticas y retos que cada paso conlleva.
El papel humano en la IA	Reconocer que los humanos desempeñan un papel importante en la programación, la elección de modelos y el ajuste de los sistemas de IA.
Alfabetización en datos	Comprender los conceptos básicos de la alfabetización de datos.
Ética	Identificar y describir diferentes perspectivas sobre las cuestiones éticas clave que rodean a la IA: privacidad, empleo, toma de decisiones o sesgo.
Programación	Comprender que los agentes son programables.

Atendiendo a estas competencias y teniendo en cuenta las consideraciones establecidas en el documento de la UNESCO citado anteriormente, en la Tabla 2 se definen los resultados de alfabetización en IA que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este trabajo. Con todo esto, el profesorado puede tener una perspectiva clara sobre lo que deben saber sus estudiantes, qué deben ser capaces de hacer con este trabajo y para qué puede servirles, así como tener presente qué puede aportar a su aprendizaje la inclusión de estos conceptos tecnológicos.

Tabla 2
Resultados de la alfabetización en IA

Algoritmos	Definición e implicaciones	Entender qué son y qué hacen los algoritmos.
	Conceptos	Comprender las partes de un algoritmo (entrada, pasos para modificar la entrada, salida). Comprender los procesos de formación, prueba y desarrollo de algoritmos.
Programación	Lenguajes de programación	Desarrollar el conocimiento de herramientas de programación basadas en bloques y de otro tipo.
Resolución de problemas contextualizados	Discutir y evaluar el poder y la aplicación de varios enfoques de IA a problemas prácticos.	
Alfabetización en datos	Comprender cómo recopilar, procesar, analizar y elaborar informes a partir de los datos.	
Técnicas de IA	Uso de datos en IA	Explicar cómo se utilizan los datos para hacer predicciones.
	Entender cómo funciona la IA	Explicar los tipos de técnicas de IA y cómo funcionan (supervisadas, no supervisadas, ML).
Implicaciones sociales de la IA	Ventajas e inconvenientes	Entender cómo la IA puede beneficiar a los humanos.

Todas estas consideraciones, además, ayudan a diseñar adecuadamente las distintas fases, procesos o etapas que se pueden establecer para el correcto desarrollo de la actividad y tener claro cuál es el conjunto de objetivos a alcanzar a la hora de acercar la IA y el ML al alumnado de Educación Secundaria de manera sencilla, clara y contextualizada en una práctica cotidiana, dentro del trabajo que puede hacer en la asignatura de Matemáticas.

3. UN MARCO EDUCATIVO PARA EL MACHINE LEARNING

Con el objetivo de aclarar los conocimientos y habilidades más esenciales que puede adquirir y desarrollar nuestro alumnado, o cualquier persona en general, Lao (2020) propone un marco educativo basado en principios propios de teorías educativas como el construccionismo (Papert y Harel, 1991), organizado en tres ejes principales: conocimientos, habilidades y actitudes. Un marco educativo muy similar e inspirado en el marco contextual propuesto por Brennan-Resnick (2012) para el pensamiento computacional.

Los conocimientos sobre ML son necesarios para que nuestro alumnado y cualquier persona prospere en el mundo actual impulsado por el uso cada vez más fuerte de la IA, mayormente dominado en nuestra interacción diaria con algoritmos de ML, y establezcan las bases para un mayor compromiso con la tecnología. Esto hace referencia a aprender qué es el ML y comprender los procesos de creación de estos algoritmos desde la identificación de un problema hasta su resolución, pasando por la recopilación de datos, entrenamiento y modelado de una solución planteando siempre una mejora reiterada del proceso.

Las habilidades ayudan a definir las acciones y actividades específicas que el alumnado implicado en el desarrollo de este tipo de trabajos debe realizar y practicar para convertirse en colaboradores activos y reflexivos de ML. Esto se puede focalizar en que nuestro alumnado debe ser capaz de discernir entre qué problema se puede o no resolver empleando tecnología de ML o cuando es útil emplear esta tecnología teniendo siempre presente la adecuada perspectiva lógica, cultural o ética.

La categoría de actitudes refleja los objetivos sociales a largo plazo para las iniciativas educativas en ML y aborda las perspectivas que nuestro alumnado debe desarrollar con actividades en las que se use tecnología de ML. Es importante que aprendan a identificar el ML como un elemento tecnológico útil e importante en nuestras vidas con el fin de ver y establecer su aplicación práctica y reflexiva en diferentes entornos y contextos.

Estableciendo estos ejes principales se define un marco adecuado para marcar los objetivos con los que se plantea el presente trabajo y establecer un diseño adecuado para la presente experiencia educativa tal y como se expone a continuación.

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

La experiencia educativa que se expone en este trabajo se ha diseñado para un grupo de 31 estudiantes de 1º de E.S.O., dentro de la asignatura de Matemáticas. Los alumnos y alumnas han trabajado agrupados en parejas y solo un grupo se ha formado por tres personas.

Como se ha dicho anteriormente, dicha experiencia se ha planteado para acercar los conceptos de inteligencia artificial y Machine Learning al alumnado a través de un elemento fundamental en el aprendizaje de las Matemáticas como es el trabajo de resolución de problemas.

Concretamente, trabajando el proceso de reflexión y análisis que nuestro alumnado debe llevar a cabo con el enunciado de un problema para identificar correctamente la información útil necesaria para su resolución. Para ello, se ha marcado como objetivo principal preparar un algoritmo de Machine Learning que permita clasificar un problema en función de la operación que conviene realizar para resolverlo: sumar, restar o multiplicar. Para ello se han tomado problemas de un nivel superado por todos los estudiantes, de tercer o cuarto curso de Educación Primaria, con el fin de que todo el alumnado pudiese entender el acierto o el error por parte del algoritmo a la hora de clasificar un enunciado. Los objetivos específicos derivan directamente de los elementos expuestos en las Tablas 1 y 2 mostradas anteriormente:

- Identificar un proceso programado con un algoritmo basado en inteligencia artificial.
- Conocer los pasos de un algoritmo de Machine Learning, destacando la importancia de
- recopilar los datos iniciales.
- Entender el papel de una persona para dar o no validez a la respuesta que da el algoritmo en este tipo de procesos.
- Comprender la necesidad de una mejora reiterada en el proceso de trabajo, reflexionando sobre los enunciados de problemas de Matemáticas identificando patrones y regularidades en sus enunciados.
- Entender cómo la IA puede aplicarse en situaciones cotidianas para mejorar o facilitar algunos procesos y reflexionar cuándo no es necesaria.

Además de todo esto, el hecho de plantear esta práctica educativa para acercar los conceptos de inteligencia artificial a través de una clasificación de enunciados de problemas matemáticos ayuda a desarrollar una importante acción cognitiva para el aprendizaje de las Matemáticas en general: la capacidad de planificar, una habilidad fundamental para desarrollar acciones de gran importancia como pensar, ser críticos, tener criterio propio, decidir o valorar (Mayoral et al., 2015). Especialmente, cabe destacar la importancia de desarrollar en nuestro alumnado un pensamiento crítico que le sirva para enfrentarse a problemas reales, persistentes y complejos desarrollando habilidades genéricas sin dejar a un lado el elemento clave para esta transformación: el conocimiento (Ross y Gautreaux, 2018). Por ello, esta actividad puede contextualizarse en la asignatura de Matemáticas de 1º de ESO para el desarrollo de la competencia específica 3: Formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de forma autónoma, reconociendo el valor del razonamiento y la argumentación, para generar nuevo conocimiento (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022). Además, el desarrollo de esta competencia específica se puede concretar en el mismo documento a través del criterio de evaluación 3.3: emplear herramientas tecnológicas adecuadas en la investigación comprobación de conjeturas o problemas.

Con este contexto se entiende que nuestro alumnado va a tener una primera toma de contacto con conceptos de IA a través de la planificación de datos correspondientes a los enunciados de problemas matemáticos y que va a llevar a cabo una reflexión del tipo de problema que es en cada caso y la operación matemática que se puede hacer para resolverlos a través de conjeturas sencillas. Esto a su vez le ayuda a entender cómo trabaja un algoritmo de ML supervisado al tener que establecer dichas argumentaciones de la forma más razonada posible. Para valorar el grado de desarrollo competencial y la correspondiente alfabetización en IA que se pretende iniciar en el alumnado participante, se ha elaborado un cuestionario individual con preguntas referentes a estos aspectos, que el alumnado debe completar tanto al inicio como al final de la experiencia.

5. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Para el desarrollo del trabajo de esta experiencia, se ha realizado un diseño de la tarea en una serie de fases a partir de una propuesta pedagógico-didáctica basada en el aprendizaje experiencial, la instrucción directa y la reflexión cognitiva (Dirección General de Tecnologías Avanzadas y Transformación Educativa, 2022). Durante el desarrollo de las diferentes fases de trabajo, el alumnado se encuentra con un planteamiento que parte de un desafío inicial para conectar con sus propios intereses. A partir de aquí, las diferentes fases ayudan a planificar sus propias hipótesis de resolución de diferentes situaciones, investigar, aprender y reflexionar sobre esos planteamientos con el fin de generar sus propias conclusiones finales. La forma en la que se ha hecho el diseño de las distintas fases también tiene como referente el modelo Aula del Futuro, basado en el proyecto Future Classroom Lab de European Schoolnet (Tena y Carrera, 2020). Los autores presentan un modelo de trabajo a partir del espacio educativo y el correspondiente diseño para las experiencias didácticas como algo abierto, con el fin de desarrollar una experiencia de aprendizaje flexible y reflexivo en un entorno en la que nuestro alumnado puede trabajar como un pensador crítico a la hora de afrontar la resolución de problemas (Dúo-Terrón et al., 2022).

Las fases que componen la secuencia didáctica, así como la finalidad de cada una, para realizar un proceso de aprendizaje a través de una estructura competencial se han definido tomando como referencia parte del recurso educativo abierto titulado Resolver problemas con Machine Learning (Molina Ayuso, 2022) y son las siguientes:

1. Vamos a crear un dispositivo que nos ayude a resolver problemas.

Esta primera fase sirve para movilizar el proceso de aprendizaje presentando al alumnado el trabajo, los objetivos, qué van a hacer y que pueden aprender con esta experiencia. Igualmente, se dan las instrucciones básicas para comenzar con el trabajo. Uno de los principales objetivos de esta primera fase es despertar el interés y motivación en el alumnado para el desarrollo de las distintas actividades.

2. ¿Podrá una máquina reconocer tu dibujo?

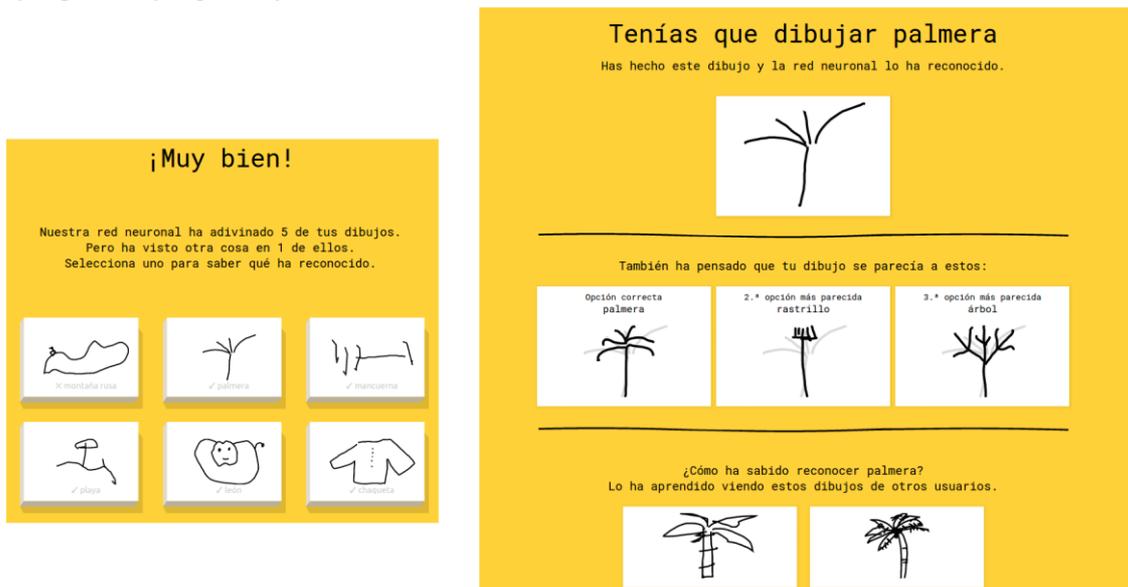
En esta fase se plantea una actividad que permita establecer unas conexiones básicas entre un razonamiento intuitivo y lo que se espera que una persona aprenda sobre el ML con el desarrollo de esta actividad. Para ello se usa el juego en línea abierto Quick, draw! de Google (Figura 1). En este juego, los jugadores reciben el nombre de un elemento que tienen que dibujar o esbozar en la pantalla en un tiempo máximo de 20 segundos. Durante este tiempo, un algoritmo de clasificación basado en una red neuronal intenta adivinar lo que está dibujando el jugador. El jugador gana si el algoritmo adivina correctamente el objeto que se está dibujando al clasificarlo en su correspondiente categoría (Fernández-Fernández et al., 2019). Una vez completada la actividad, se pide al alumnado que compruebe los dibujos que el algoritmo ha podido clasificar bien y cuáles no, con el objetivo de que entiendan que esta clasificación se hace comparando su esbozo con los que han hecho otros jugadores para el mismo objeto o categoría.

3. Investiga sobre inteligencia artificial y Machine Learning.

Una vez hecha una primera toma de contacto con un algoritmo de ML y habiendo reflexionado sobre cómo funciona de manera intuitiva, el alumnado debe explorar por su cuenta para conocer las definiciones de estos sistemas buscando información sobre qué es una inteligencia artificial y qué es un algoritmo de Machine Learning, así como los diferentes tipos que puede haber. Esta

Figura 1

Ejemplo 1. Ejemplo de funcionamiento de Quick, draw!



exploración tiene como objetivo el intentar formalizar la idea intuitiva que hayan podido generar a través de la experiencia y la reflexión propia o en grupo de cómo funciona el algoritmo de Quick, draw! Para realizar este proceso se plantean las siguientes preguntas: ¿qué es la IA?, ¿cuáles son sus posibles aplicaciones?, ¿qué es el Machine Learning?.

4. Explora en busca de problemas.

Una vez completadas las primeras fases, es hora de que el alumnado comience a trabajar en la preparación de su algoritmo de Machine Learning. Para ello se le guía para que defina las clases o categorías que va a incluir en el algoritmo. Esta parte les ayuda a entender la diferencia entre las clases con las que trabaja el algoritmo y los elementos que se incluyen en cada una de ellas para generar un resultado. Por la forma en la que se ha presentado la actividad en la primera fase, lo más común es que se utilicen problemas de sumar, restar y multiplicar correspondientes a los primeros cursos de Educación Primaria, ya que son problemas con los que todo el alumnado trabaja cómodamente y tienen seguridad de cómo se debe realizar el proceso de resolución. Para comenzar con este trabajo se les ha pedido que escriban dos o tres problemas de elaboración propia para cada una de las clases, los cuales servirán para hacer pruebas en los siguientes apartados. En esta parte los estudiantes han escrito problemas como los siguientes:

- “En una bandeja había 27 patatas y se comieron 15. ¿Cuántas patatas quedan?” (Restar)
- “Lucía ha comprado 8 docenas de huevos. ¿Cuántos huevos ha comprado?” (Multiplicar)
- “Carlos tiene 5 coches y se compra 3. ¿Cuántos coches tiene Carlos?” (Sumar)
- “Pepe tiene 5 cartas, pero dos de ellas se le rompen. ¿Cuántas cartas tiene?” (Restar)
- “Cristian tiene 7 años y su primo tiene el triple. ¿Cuántos años tiene su primo? (Multiplicar)
- “Cuántas bolas hay en 5 cajas de 8 bolas cada una? (Multiplicar)

Estos primeros problemas suelen ser muy simples en cuanto a la redacción del enunciado, con muchas similitudes y alguna ambigüedad o error en la redacción. Pero son muy útiles para realizar las primeras comparativas entre los diferentes enunciados que van a utilizar en todo el trabajo.

Esto ayudará a que al ir avanzando en las actividades planteadas puedan desarrollar un proceso de análisis adecuado con el fin de identificar las estructuras y regularidades en los enunciados que servirán para que el algoritmo clasifique correctamente conforme se vayan incluyendo más elementos en cada clase, en este caso más problemas diferentes y con enunciados más complejos. Posteriormente, se ha guiado a los grupos para que a través de búsquedas en Internet recopilen entre 15 y 20 problemas de cada clase.

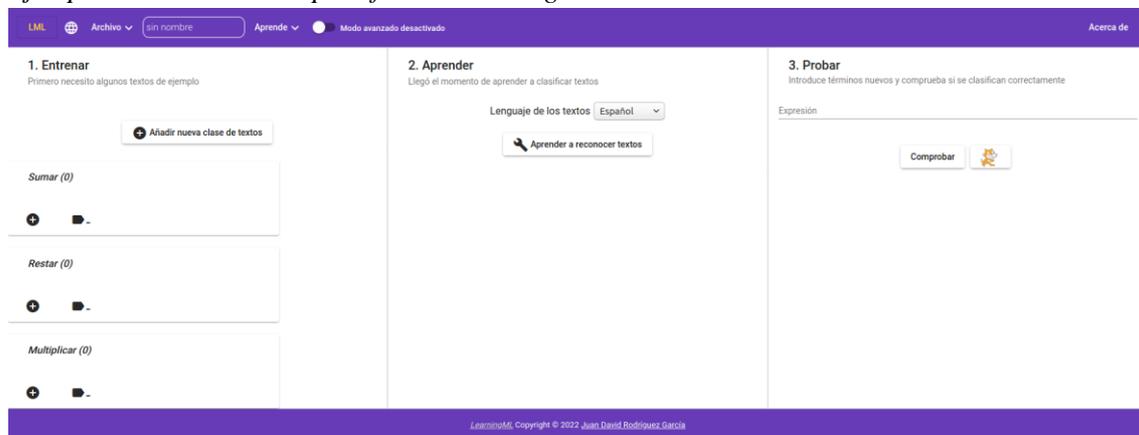
5. Interactúa con el algoritmo y mejora los resultados.

Esta es la fase en la que los alumnos y alumnas deben interactuar con el algoritmo de Machine Learning de la plataforma learningml (Figura 2). Esta plataforma web gratuita y de código abierto tiene como objetivo acercar los fundamentos del ML de forma práctica a estudiantes o personas interesadas en el campo de la IA (Rodríguez-García et al., 2020a). Una plataforma diseñada para acercar estos fundamentos de manera práctica, bajo el fundamento de “suelo bajo, techo alto y paredes anchas”: lo suficientemente fácil como para aprender y comenzar a usarla en poco tiempo pero que permite crear proyectos complejos y avanzados pudiendo además responder a distintos intereses y utilizarse en diferentes situaciones (Rodríguez-García et al., 2020b). Para trabajar en esta plataforma no es necesario crear un usuario. Solo hay que acceder a ella, seleccionar el tipo de clasificación que se va a hacer, en este caso clasificación de textos, y comenzar a trabajar. En primer lugar, en el apartado “Entrenar” hay que definir las clases con las que va a realizar la clasificación el algoritmo e introducir ejemplos de enunciados correspondientes a cada una de ellas.

Como se ha dicho anteriormente, para que el análisis y la reflexión que se busca por parte del alumnado sea efectiva y acabe identificado regularidades en los distintos enunciados de los problemas, se ha planteado una práctica iterativa con la que poder ver los efectos de una mejora paulatina en la clasificación que hace el algoritmo. Se le ha pedido que en primer lugar incluyan dos ejemplos en cada una de las clases que se han definido. Posteriormente, activará la opción “Aprender” con la que el algoritmo crea las relaciones y patrones para poder clasificar. Una vez ha completado esta acción, el usuario puede utilizar el apartado “Probar” escribiendo uno de los problemas que ha inventado en la fase anterior (conviene que sea distinto a los usados en el entrenamiento, para ver cómo se hace la clasificación).

Figura 2

Ejemplo 2. Entorno de la plataforma Learningml.



La acción se repite varias veces con diferente número de problemas en cada clase, lo cual hace que el proceso de trabajo en esta fase se realice de manera gradual. Así, en la primera prueba realizada con solo dos ejemplos el resultado suele ser erróneo, no se hace una correcta clasificación. Los enunciados incluidos en cada clase suelen tener diferencias claras con el que se ha usado en la prueba, uno de los redactados por el alumnado en la fase anterior. Pero este es el momento de comenzar a hacer un pensamiento analítico para ir incrementando la percepción de patrones y estructuras gramaticales presentes en los enunciados de los problemas, con el objetivo de favorecer la formulación de una conjetura final que ayude a relacionar las similitudes en los enunciados de los problemas de cada clase, la importancia de estos patrones para la clasificación que hace el algoritmo y la necesidad de aumentar el número de ejemplos para mejorar la correspondiente clasificación. No solo se busca introducir conceptos y nociones de IA, también está en los objetivos de este trabajo fomentar la reflexión sobre los enunciados de problemas de Matemáticas.

En este punto se le pide al alumnado escribir en su material de trabajo cuántos ejemplos hay en cada clase, si la prueba ha sido correcta o no y el motivo por el cual piensa que se ha dado el fallo, en caso de haberse producido. Este es el primer punto en el que deben reflexionar sobre las regularidades que puede haber en los enunciados de una misma clase y a partir de la cual avanzar a lo largo de la actividad para acabar formulando una conjetura que ayude a entender cómo funciona un algoritmo de ML. El material de trabajo que utiliza el alumnado es un documento que incluye los distintos pasos en los que está dividida la tarea con indicaciones para cada uno y las preguntas que sirven de guía.

Posteriormente se le pide que repita el mismo proceso, pero incluyendo 10 ejemplos en cada clase, teniendo que hacer otra prueba y recoger las mismas impresiones. Aquí la reflexión suele ser más concreta y les resulta más fácil encontrar similitudes e identificar regularidades que debe haber entre los problemas de una misma clase para que el algoritmo realice la clasificación correctamente. Esto se repite dos veces más hasta completar cada clase con un total de ejemplos comprendido entre 15 y 20. Como se ha dicho, la finalidad de este proceso de mejora reiterada es que concluyan con su propia experiencia estableciendo una conjetura que ayude a entender que la clasificación del algoritmo mejora conforme aumenta el número de ejemplos incluidos en cada clase y la comprueban identificando en los problemas con los que hacen las pruebas la similitud o regularidad que tiene con los incluidos en la correspondiente clase.

6. Cierra con tus conclusiones.

Para terminar, cada estudiante debe completar en su material de trabajo una explicación general sobre todo el proceso realizado con el fin de plasmar los aspectos básicos de cómo funciona un algoritmo de Machine Learning supervisado. Este apartado debe contener una explicación de las distintas tareas desarrolladas en cada fase, así como los resultados que se han obtenido en cada uno de las etapas de entrenamiento y mejora del algoritmo de ML.

Todo esto va acompañado de una explicación personal para intentar exponer el motivo por el que se ha llegado a los resultados obtenidos y una valoración con los aspectos más sencillos y los más complejos, así como una idea de para qué puede servir este tipo de tecnología.

6. RESULTADOS

En primer lugar, para poder valorar el trabajo realizado en relación con el grado de desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización en IA, el alumnado participante ha realizado un

cuestionario individual antes y después de realizar todo el trabajo. Este cuestionario estaba compuesto por las siguientes preguntas en las que los estudiantes debían responder escribiendo un texto corto:

- ¿Sabes lo que es un algoritmo? Intenta explicarlo con tus palabras.
- ¿Qué tipo de programa informático te gustaría hacer?
- ¿Sabes qué es la inteligencia artificial? Intenta explicarlo con tus palabras
- ¿Para qué puede servir la inteligencia artificial?
- Escribe tres palabras que te ayuden a explicar qué es y para qué sirve la inteligencia artificial
- ¿Crees que puede ser útil la IA para trabajar en el colegio? Explica alguna idea o ejemplo
- ¿En qué asignaturas crees que puede incluirse y para qué?

En el test inicial las respuestas han sido poco concisas y muchas de ellas referentes a aspectos relacionados con videojuegos o robots. Por ejemplo, en la pregunta que se hace para valorar si conocen qué es un algoritmo, muchos responden simplemente que no lo saben o responde que es una inteligencia artificial. Igualmente, cuando se pregunta si saben qué es una inteligencia artificial, muchos responden aludiendo a que es un robot o una inteligencia más avanzada. Pero no se establece una relación adecuada entre estos términos. Junto a estas preguntas, es interesante ver las respuestas que se han dado para la cuestión referente a uso de la IA. Aquí la mayor parte del alumnado ha relacionado esta tecnología con un proceso de ayuda: ayudar a hacer cálculos, ayudar a personas, ayudar en tareas de la casa o ayudar en nuestro día a día son algunas de las respuestas recogidas aquí. A la hora de pedir tres palabras con las que relacionar la IA, los resultados son muy variados y poco conclusivos, ya que se dan respuestas muy dispares entre las que destacan los términos robot, tecnología y futuro. Por último, la mayoría de los estudiantes creen que sí puede ser interesante trabajar con este tipo de tecnología y la mayoría de ellos la relacionan con la asignatura de Matemáticas. En general, con estas respuestas se observa la necesidad de que el alumnado participante debe conocer los principales aspectos de la IA y el uso que puede tener en nuestro día a día, lo cual denota una necesidad de alfabetización en este campo para conocer este tipo de tecnologías, sus funcionalidades y posibles aplicaciones.

Tras el desarrollo de la experiencia, los resultados obtenidos en el mismo cuestionario muestran un enfoque más acertado que apunta a un resultado positivo en el desarrollo de algunas de las competencias de IA citadas en la Tabla 1. Por ejemplo, al preguntar si saben qué es un algoritmo, la mayor parte del alumnado ha dado esa respuesta escribiendo una definición más o menos acertada construida por sí mismo sin tomarla de alguna fuente de información. Esto muestra que el haber trabajado en el proceso de preparación del algoritmo de ML les ha ayudado a comprender qué es este concepto, pudiendo destacar que en la mayoría de las definiciones se repiten las palabras “pasos” y “operaciones”. Igualmente, ha habido un cambio en el sentido de las respuestas dadas a la pregunta referente a qué es una IA, destacando que muchas aluden a qué es un algoritmo y que es un sistema que intenta imitar la inteligencia humana. Esto junto a las respuestas dadas a la pregunta sobre el uso de la IA son un indicador positivo del desarrollo de la alfabetización en IA de nuestro alumnado, ya que en los posibles usos destacan las respuestas que lo relacionan con la resolución de problemas. Igualmente, entre las palabras más repetidas en el test final que relacionan con la IA destacan aprendizaje, algoritmos y matemáticas, con lo que se muestra igualmente un enfoque correctamente dirigido a la comprensión de los fundamentos de estas tecnologías. Por último, al igual que en el test inicial, la mayor parte del alumnado cree que es interesante incluir estos trabajos en la asignatura de Matemáticas, aunque también se incluyen otras como Tecnología o programación.

Con la comparativa de estos cuestionarios para recoger información cualitativa vemos que se ha planteado un escenario adecuado para desarrollar en nuestro alumnado las habilidades y competencias propias de la alfabetización en IA y que además este trabajo ha servido para iniciar este desarrollo en un

sentido positivo. Pero para ver si se han alcanzado los objetivos planteados en este trabajo, se ha tomado la actividad final en la que el alumnado ha tenido que explicar todo el proceso de trabajo realizado: la fase denominada Cierra con tus conclusiones. Esta fase ha servido para que los alumnos y las alumnas puedan reflexionar sobre todas las actividades que han completado con el fin de establecer relaciones entre ellas para ver la propuesta de trabajo como un todo integrado facilitando así la comprensión de los principales aspectos como los pasos que se establecen para trabajar con un algoritmo de ML, la importancia de una mejora reiterada en estos procesos o el papel que juega una persona para que el algoritmo funcione correctamente. Así, en las respuestas que se han dado en esta última actividad destacan comentarios como los siguientes y que apuntan en un resultado positivo para alcanzar los objetivos referentes a estos aspectos citados anteriormente:

- “La inteligencia artificial son sistemas que imitan la inteligencia humana para realizar cosas”.
- “He tenido que ir poniendo problemas para que vaya aprendiendo, ha mejorado porque le he ido poniendo cada vez más problemas”.
- “Nuestra máquina mejoró cuando le añadimos muchos más problemas”.
- “El algoritmo tenía muchos fallos, así que tuvimos que agregar más problemas”.
- “El programa fallaba de vez en cuando, pero al ponerle más problemas ha aprendido y no falla”.

7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

El planteamiento de este trabajo ha servido para establecer un primer contacto entre nuestro alumnado y los conceptos básicos de la inteligencia artificial desde la asignatura de Matemáticas. No se busca crear un algoritmo de clasificación infalible o que ofrezca una solución perfecta a una problemática previamente establecida. Se ha planteado el trabajo para que los estudiantes vean de manera práctica y constructiva qué es un algoritmo de ML supervisado y para mostrar en qué se basan muchos recursos tecnológicos que puedan utilizar en su día a día y que se contextualizan en el tan llamativo, pero incierto para la mayoría de la ciudadanía, marco de la inteligencia artificial. Además, ha servido para plantear un escenario de trabajo transversal en el que el alumnado ha tenido que establecer una conclusión final y definir una conjetura sencilla que ayude a entender cómo funciona un algoritmo de ML supervisado. Algo muy importante en el desarrollo de las diferentes competencias que se pueden trabajar desde la asignatura de Matemáticas y que, como vemos en este caso, puede hacerse desde distintos enfoques o perspectivas para ayudar igualmente al desarrollo de otras competencias y habilidades necesarias para cualquier estudiante. Todo esto se ha desarrollado a través de la reflexión y comprensión de los enunciados de problemas de Matemáticas, que, aunque sean de un nivel básico para el alumnado participante, ayuda a entender la importancia de analizar correctamente la información dada en el enunciado de un problema.

Este planteamiento se ha podido realizar de manera efectiva, tal como se ha visto con los resultados obtenidos, teniendo como enfoque principal para el diseño del trabajo el

construccionismo de Seymour Papert, la idea de que los niños aprenden mejor cuando participan activamente en la construcción de algo que tiene un significado personal para ellos (Papert, 1980) y con el hecho de que a la hora de explicar conceptos informáticos es conveniente y más positivo hacerlo con ejemplos que puedan ser cercanos o cotidianos al estudiante (Tissenbaum et al., 2019). Esto también ayuda a que puedan desarrollar su identidad computacional, entendiendo esta como el hecho de verse a sí mismos como parte activa del proceso de creación e implementación de artefactos computacionales. Las funcionalidades que caracterizan a la plataforma educativa learningml, han permitido realizar un acercamiento a los conceptos básicos de inteligencia artificial para nuestro alumnado con el fin de, como se ha dicho en la introducción de este trabajo, comprender las implicaciones de la IA y aprovechar sus oportunidades para desarrollar las habilidades y competencias necesarias para la alfabetización en IA. Además, dada la creciente demanda de empleos y desarrollo profesional en el ámbito STEM y relacionados con este campo, se plantea un escenario adecuado para la inclusión de esta tecnología en la formación de todo estudiante del Siglo XXI (Rodríguez-García et al., 2020).

Como posible ampliación del presente trabajo, está la creación de una aplicación interactiva con Scratch que clasifique el enunciado de un problema de Matemáticas utilizando el algoritmo de ML desarrollado con learningml. Esta plataforma educativa permite utilizar el algoritmo de ML en un entorno de programación de Scratch, lo cual es un complemento perfecto para el desarrollo de las habilidades computacionales al combinar las dimensiones competenciales de la inteligencia artificial indicadas en la tabla 1 con las dimensiones del pensamiento computacional dadas en el marco de Brennan-Resnick (2012): conceptos, prácticas y perspectivas computacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brennan, K. y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. En *Proceedings of the 2012 Annual Meeting American Educational Research Association*, (pp. 1–25).
- Casado, R. y Checa, M. (2020). Robótica y proyectos STEAM: desarrollo de la creatividad en las aulas de educación primaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 51–69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a atòthom i amb valors. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 34, 22-30. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>
- Dirección General de Tecnologías Avanzadas y Transformación Educativa (2022). *Crea tu REA para el Proyecto REA Andalucía*. https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/6d215d5c-1983-41e3-80d1-50572b852eb9/1/guia_crea_tu_rea_proyecto_rea_andalucia.zip/index.html
- Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J. y López-Belmonte, J. (2022). Impact of the pandemic on STEAM disciplines in the sixth grade of primary education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12 (8), 989–1005. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12080071>
- Fernández-Fernández, R., Victores, J. G., Estevez, D. y Balaguer, C. (2019). Quick, Stat!: A statistical analysis of the quick. Draw! Dataset, 1–12. <https://doi.org/10.11128/arep.58>
- Gurstein, M. (2011). Open Data: Empowering the empowered of effective data use for everyone. *First Monday*, 16 (2), 2–7. <http://firstmonday.org/article/view/3316/2764>
- Ho, J. y Scadding, M. (2019). Classroom activities for teaching artificial intelligence to primary school students. En *Proceedings of International Conference on computational thinking*

- education* (pp. 157–159). The Education University of Hong Kong, <http://hdl.handle.net/10722/271195>
- Lao, N. (2020). *Reorienting machine learning education towards tinkerers and ML-engaged citizens*. Massachusetts Institute of Technology. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/129264>
- Long, D. y Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design considerations. En *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1–16). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Mayoral, S., Roca, M., Timoneda, C. y Serra, M. (2015). Enhancing cognitive planning in first-year secondary education students. *Aula Abierta*, 43 (1), 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2014.10.001>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación secundaria Obligatoria, Boletín Oficial del Estado, núm 76 (2022).
- Molina, A. (2022). Resolver problemas con Machine Learning. <https://procomun.intef.es/ode/view/widget/1676257202053>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (Second Edi). Basic Books.
- Papert, S. y Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 1–12.
- Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., y Robles, G. (2020a). LearningML: A tool to foster computational thinking skills through practical artificial intelligence projects LearningML. *Revista de Educación a Distancia*, 20 (63), 37.
- Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., y Robles, G. (2020b). Introducing artificial intelligence fundamentals with LearningML: artificial intelligence made easy. En *Proceedings of the TEEM'20: eighth international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism* (pp. 18–20). ACM International Conference Proceeding Series. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436705>
- Ross, E. W. y Gautreaux, M. (2018). Pensando de manera crítica sobre el pensamiento crítico. *Aula Abierta*, 47 (4), 383. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.4.2018.383-386>
- Russell, S. y Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall (3 rd Edition). <http://repo.darmajaya.ac.id/3800/1/Artificial%20Intelligence%20A%20Modern%20Approach%20%283rd%20Edition%29.pdf%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf>
- Tena, R. y Carrera, N. (2020). La future classroom lab como marco de desarrollo del aprendizaje por competencias y el trabajo por proyectos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25 (85), 449–468.
- Tissenbaum, M., Sheldon, J. y Abelson, H. (2019). Viewpoint from computational thinking to computational action. *Communications of the ACM*, 62 (3), 34–36. <https://doi.org/10.1145/3265747>
- UNESCO (2022). *K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. UNESDOC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>