

# **DIDÁCTICA DE LAS REDES NEURONALES EN EDUCACIÓN PRIMARIA. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL NIÑO Y LA MÁQUINA**

Carlos Alonso Hidalgo Alfageme

*Universidad de Granada*

## **Introducción**

La irrupción de la inteligencia artificial en nuestra vida cotidiana plantea retos para los profesores de Educación Primaria. Este artículo aborda las siguientes tres preguntas de investigación:

- (1) a. ¿Cómo enseñar a niños de Primaria el funcionamiento de las redes neuronales?
- b. ¿Cómo pasar de la programación con Scratch al diseño de redes neuronales básicas?
- c. ¿Interactúan del mismo modo los niños de Primaria con una aplicación que utiliza un algoritmo tradicional y con una aplicación que incorpora una red neuronal?

Este artículo presenta los datos obtenidos hasta el momento en una investigación en proceso. Han participado en los experimentos preliminares niños voluntarios de Educación Primaria. En esta fase preliminar no se ha trabajado con una población computable (edad, sexo, colegio, clase), ya que la finalidad de las pruebas ha sido calibrar los experimentos que se llevarán a cabo en una fase posterior.

Los datos recogidos se refieren al diferente modo en que niños de Primaria interactúan con aplicaciones basadas en algoritmos tradicionales, con aplicaciones basadas en redes neuronales en su fase de aprendizaje y con aplicaciones basadas en redes neuronales en su fase de vida. Los datos preliminares obtenidos muestran que la interacción de los niños con la máquina se realiza normalmente mediante el juego. Durante el juego es necesario diferenciar

lo que sucede desde el punto de vista del niño de lo que sucede desde el punto de vista de la máquina. Las listas de los acontecimientos que suceden durante la interacción desde estos dos puntos de vista constituyen la principal aportación de este artículo y se ofrecen en (2–4). Es posible avanzar que, desde el punto de vista del niño, se establece un juego en el que el niño pretende demostrar que es más inteligente que la máquina. En función de si lo consigue o no, aparecen reacciones de burla, sorpresa y respeto. Desde el punto de vista de la máquina, durante la interacción con el usuario, la aplicación, bien cumple su función, bien no la cumple, o bien usa al niño como entrenador.

### **Antecedentes o fundamentos teóricos**

Los niños interactúan frecuentemente con sistemas basados en inteligencia artificial, siendo cierto que suelen tener un conocimiento limitado sobre cómo funcionan esos sistemas y sobre cómo se han construido (Shamir y Levin, 2021, 182). La llegada de la inteligencia artificial se está produciendo en un contexto escolar en el que todavía se considera una innovación la enseñanza de la programación de algoritmos. La herramienta de referencia para enseñar en Primaria la programación mediante algoritmos es Scratch (Conde *et al.*, 2020). Se trata de una herramienta tan nueva que su uso todavía no está generalizado en las escuelas de España; tan solo ahora las facultades están empezando a formar a los futuros profesores de Primaria en el manejo de Scratch (Gamito *et al.*, 2022; Moreno-León *et al.*, 2021). Pues bien, la programación basada en algoritmos tradicionales, cuyo conocimiento es necesario, se está quedando obsoleta ante la aparición de aplicaciones de inteligencia artificial que utilizan redes neuronales (Shamir y Levin, 2022). La inteligencia artificial está eliminando ya la necesidad de programar algoritmos. Existen aplicaciones dedicadas a alfabetizar a niños de primaria en las tecnologías basadas en la inteligencia artificial y en el aprendizaje automático (*machine learning*) (Abas, 2022; Alam, 2022; Toivonen *et al.*, 2020). La revisión de las aplicaciones en línea que proponen estos autores confirma que la enseñanza a los niños de Primaria del funcionamiento de las redes neuronales está en ciernes. A continuación se presenta una propuesta encaminada a enseñar a los niños de Primaria qué son y cómo funcionan las redes neuronales.

## **Metodología**

En la primera fase de la investigación se comprobará cómo interactúan los niños de Primaria con dos aplicaciones de conversación (con dos *chats*). Una aplicación utiliza un algoritmo tradicional; la otra, una red neuronal. La aplicación que utiliza un algoritmo tradicional es una versión de Eliza; la aplicación que incorpora una red neuronal es ChatGPT.

En la segunda fase se mostrará a los niños cómo funcionan dos aplicaciones que cumplen exactamente la misma función: decidir si lo que dibuja el usuario en la pantalla es una circunferencia o es un cuadrado. También ahora la primera aplicación utiliza un algoritmo tradicional y la segunda, una red neuronal. Ambas aplicaciones comparten una misma interfaz del usuario y han sido programadas para llevar a cabo esta investigación. Se mostrará a los niños cómo funciona el código de Scratch de la primera aplicación y cómo funciona la red neuronal de la segunda.

Se pretende que en la primera fase los niños interactúen con aplicaciones de conversación que realizan tareas complejas y que en la segunda fase interactúen con programas que realizan una única tarea muy simple. La interacción con los programas complejos mostrará a los niños la diferencia entre los resultados que ofrecen los algoritmos y los resultados que ofrecen las redes neuronales. La interacción con los programas simples es la llave para comprender el cómo se hace. En total, la investigación propuesta utiliza cuatro aplicaciones: dos *chats* y dos aplicaciones que distinguen circunferencias de cuadrados. En los siguientes párrafos se describen brevemente estas cuatro aplicaciones.

### ***Eliza***

*Chatbot* es un término acuñado por Mauldin (1994) para definir programas de conversación creados para enfrentarse al test de Turing. Turing (1950) se preguntó qué queremos decir cuando nos preguntamos si las máquinas pueden pensar. Y respondió con la pregunta que constituye la definición de su test: ¿es capaz una computadora comunicar de un modo que no se pueda distinguir del de un humano? Eliza fue primer *chatbot* al que se le reconoció

ampliamente la capacidad de pasar el test de Turing. Eliza fue también el primer *chatbot* que salió de los laboratorios y llegó al público. Fue creado entre 1964 y 1966 en el Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT por Joseph Weizenbaum (Kane, 2016, 131). El programa se usó para ofrecer ayuda psicológica reemplazando a terapeutas. Los pacientes creían que estaban interactuando con una persona.

Eliza es un *chatbot* que emplea un algoritmo. El presente proyecto utiliza una versión de Eliza creada con Scratch para que los niños puedan ver su código y comprender cómo funciona. Es posible interactuar con una versión en línea de Eliza en (Deixilab, 2023).

### ***ChatGPT***

ChatGPT es un sistema que emplea redes neuronales desarrollado por OpenAI (2023). ChatGPT está entrenado para cumplir las instrucciones que el usuario introduce en un chat y para ofrecer una respuesta detallada. Es posible acceder al sistema en (OpenAI, 2023b). Si bien es una herramienta que ilustra perfectamente las posibilidades que ofrecen la inteligencia artificial y el uso de redes neuronales, también es cierto que OpenAI no ofrece acceso a su código. No es posible mostrar a los niños cómo funciona. Por otra parte, aunque esto fuera posible, ChatGPT utiliza redes tan intrincadas que el acceso a ellas no proporcionaría un punto de partida sencillo que permitiera explicar a los niños el funcionamiento de las redes neuronales.

### ***Los dos programas que distinguen circunferencias de cuadrados***

La presente investigación emplea dos aplicaciones que deciden si lo que dibuja el niño en la pantalla es un círculo o un cuadrado. La interfaz del usuario de ambas aplicaciones es muy similar, pero la primera toma la decisión siguiendo los pasos que marca un algoritmo, mientras que la segunda usa una red neuronal para tomar la decisión. Ambas aplicaciones han sido programadas con Scratch, lo que permite a los niños acceder a los códigos fuente y compararlos. La sencillez y la inteligibilidad del código están aseguradas por el hecho de que ambas aplicaciones han sido programadas por un niño de trece años<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> El autor de ambas aplicaciones es Carlos Alonso Timko.

La segunda aplicación usa una red neuronal muy simple. Consta tan solo de seis neuronas: tres en la capa de entrada, dos en la capa oculta y una en la capa de salida. Cada conexión entre las neuronas tiene un peso. Es reseñable que una red tan simple consiga distinguir circunferencias de cuadrados. A continuación se exponen algunos detalles técnicos de esta segunda aplicación. La aplicación escanea la figura que el usuario haya dibujado en la pantalla. Las tres neuronas de la capa de entrada recogen los tres datos siguientes: mayor número de píxeles en una misma línea horizontal, mayor número de píxeles en una misma línea diagonal y mayor número de píxeles en una misma línea vertical. En la capa oculta, la primera neurona recibe los valores horizontal y diagonal multiplicados por sus respectivos pesos, y emite la división de ambos valores. La segunda neurona recibe los valores vertical y diagonal multiplicados por sus respectivos pesos, y emite la división de ambos valores. Finalmente, la neurona de salida recibe las emisiones de las dos neuronas de la capa oculta multiplicados por el peso de cada conexión, y emite la división de ambos valores. El cociente se sitúa en una escala que adjudica un rango a la circunferencia, un rango al cuadrado y un rango a una figura indeterminada.

### *Primera fase del experimento*

#### **Primera actividad**

En la primera actividad de la primera fase los niños conversan con una versión de Eliza programada con Scratch, juegan con ella, se sorprenden, la ponen a prueba. Después se muestra a los niños el código. Los niños verán entonces cómo están programadas todas las preguntas y todas las reacciones de Eliza con las que han estado experimentando.

#### **Segunda actividad**

Los niños conversan en línea con ChatGPT. Evidentemente, ChatGPT es un programa más complicado que una versión de Eliza residente en el disco duro. Las diferencias se hacen patentes tras unas pocas interacciones. Los niños preguntan si lo que dice ChatGPT está también programado. La respuesta es que no, que el funcionamiento de ChatGPT está basado

en una gigantesca base de datos y en una gigantesca red neuronal. No pueden verlas por completo del mismo modo que han visto antes todo el código de Eliza, pero pueden aprender cómo funciona una pequeña red neuronal. Los niños descubrirán esta pequeña red neuronal en la segunda fase del experimento.

## ***Segunda fase del experimento***

### **Primera actividad**

Se propone a los niños que dibujen, bien una circunferencia, o bien un cuadrado en la pantalla. También pueden dibujar un garabato. Un programa hecho con Scratch decidirá a qué se asemeja más lo que han dibujado: si a una circunferencia o a un cuadrado. Se explica a los niños que este programa tiene aplicaciones prácticas en el campo de la conducción autónoma. Cuando la cámara de un coche autónomo detecta una señal, el siguiente paso consiste en determinar de qué clase es esa señal: si es de prohibición (redonda), de información (cuadrada) o de peligro (triangular).

A continuación se explica a los niños que los ordenadores tienen dos formas de procesar lo que han dibujado: bien mediante un algoritmo o bien mediante una red neuronal. El siguiente paso consiste en mostrar a los niños el código de Scratch tanto del algoritmo como de la red neuronal. En el código del algoritmo destaca la repetición de estructuras de decisión (si... entonces), mientras que en el código de la red neuronal destaca la repetición de una misma rutina muy simple en todas las neuronas. Las neuronas que componen la red son tan solo seis. Es necesario plantear a los niños que, si con las seis neuronas cuyas conexiones y código están viendo en la pantalla es posible diferenciar una circunferencia de un cuadrado, qué no podrá hacer un cerebro como el suyo, que posee millones de neuronas y de conexiones.

### **Segunda actividad**

En la segunda actividad se propone a los niños que cambien los pesos de las conexiones entre las seis neuronas y que comprueben qué efectos tienen esos cambios. Según el valor que tengan esos pesos, el programa reconocerá con mayor o con menor acierto la forma de lo que

los niños dibujan en la pantalla. Se explica a los niños que el cambio de los valores de los pesos de las neuronas es característico de la fase de aprendizaje de las redes neuronales.

## **Resultados**

Las actividades propuestas están siendo calibradas con una población voluntaria en diversos eventos. No se ha llevado a cabo todavía una recogida de datos sistemática. Los datos que arrojan los experimentos preliminares son los siguientes.

### ***Primera fase: Eliza y ChatGPT***

La interacción entre el niño y la aplicación se produce mediante el juego. A partir de las pruebas con niños realizadas hasta el momento es posible afirmar que el niño no usa la aplicación, sino que juega con ella. Toquetea botones en busca de una función divertida o de algo que le pueda sorprender. Esta búsqueda ocupa los escasos minutos de atención que el niño dedica a una aplicación que no sea un videojuego. Después el niño se cansa, deja el ratón y se dedica a otra cosa. Durante esos minutos de atención la interacción entre el niño y la máquina es completamente diferente en función de si la aplicación usa un algoritmo tradicional, de si la aplicación usa una red neuronal en la fase de aprendizaje, o de si la aplicación usa una red neuronal en la fase de vida. La lista de (2) recoge las características de la interacción entre el niño y la máquina en función de las mencionadas variables desde el punto de vista del niño; la lista de (3) las recoge desde el punto de vista de la máquina.

#### (2) Interacción entre el niño y la máquina desde el punto de vista del niño

##### a. Aplicación que emplea un algoritmo tradicional

- i. El niño se cree más inteligente que la máquina. Intentará ridiculizarla provocando que la máquina falle y que devuelva resultados absurdos.
- ii. El niño se toma la interacción como una demostración de lo tonta que es la máquina. El niño se burla de la máquina.
- iii. Al final del poco tiempo que el niño dedica a la aplicación, el niño, que es inteligente, ha hecho fallar a la máquina, cuya tontería es ridícula.

- b. Aplicación que emplea redes neuronales. Fase de aprendizaje.
  - i. El niño no se cree más inteligente que la máquina. Competirá con ella con la intención de provocar que la máquina falle y que devuelva resultados absurdos. Pero la máquina aprende y comete cada vez menos errores.
  - ii. El niño siente sorpresa por ello. El niño pasa a entender entonces la interacción como el reto de hacer fallar a la máquina.
  - iii. Al final del poco tiempo que el niño dedica a la aplicación, el niño, que es inteligente, se aburre de la máquina cuyos errores son cada vez menos.
- c. Aplicación que emplea redes neuronales. Fase de vida.
  - i. El niño no se cree más inteligente que la máquina. Competirá con ella con la intención de no perder.
  - ii. El niño se toma entonces la interacción como una competición de resultado incierto. El niño siente respeto por la máquina.
  - iii. Al final del poco tiempo que el niño dedica a la aplicación, el niño, que es inteligente, se aburre de la máquina, que deja de divertirlo.

(3) Interacción entre el niño y la máquina desde el punto de vista de la máquina

- a. Aplicación que emplea un algoritmo tradicional
  - i. La aplicación es usada por un usuario, pero la aplicación no cumple su función.
  - ii. La aplicación muestra sus carencias al usuario. Mediante el juego el niño se da cuenta de que la aplicación es tonta.
  - iii. La aplicación no cumple la función para la que fue creada. El niño usa la aplicación para divertirse y reírse de ella.
- b. Aplicación que emplea redes neuronales. Fase de aprendizaje
  - i. La aplicación usa al usuario y el usuario cumple su función: entrenar la red.
  - ii. La aplicación muestra su capacidad de aprender al usuario. Mediante el juego el niño se da cuenta de que la aplicación aprende.
  - iii. La aplicación cumple la función de la fase de aprendizaje de una red neuronal: aumentar su porcentaje de acierto.
- c. Aplicación que emplea redes neuronales. Fase de vida.
  - i. La aplicación es usada por un usuario y la aplicación cumple su función.



- ii. La aplicación muestra su capacidad al usuario. Mediante el juego el niño se da cuenta de que la aplicación es lista.
- iii. La aplicación permite al usuario aprender y mejorar. Pero la aplicación no está diseñada para aprovechar el corto periodo de atención del niño.

### ***Segunda fase: aplicaciones que discriminan circunferencias de cuadrados***

La aplicación basada en un algoritmo tradicional y la aplicación basada en una red neuronal, ambas programadas para diferenciar circunferencias de cuadrados, no presentan diferencias significativas en la interfaz del usuario. Los niños interactúan indistintamente con ambas. Usan ambas aplicaciones para divertirse de las tres maneras de (4).

- (4) Interacción de los niños con el programa que discrimina circunferencias y cuadrados
  - a. Primeras interacciones: curiosidad. Los niños se esfuerzan por dibujar formas bien hechas para ver si el sistema acierta.
  - b. Sucesivas interacciones: juego. Los niños dibujan figuras alejadas de los modelos circunferencia y cuadrado para ver cómo las califica el sistema.
  - c. Interacciones finales: diversión. Los niños descubren que dibujar en la pantalla es divertido y hacen diferentes dibujos: casas, animales... No les importa ya la calificación del sistema (circunferencia o cuadrado). Simplemente pulsan el botón que permite obtener un resultado para poner en blanco la pantalla y poder comenzar otro dibujo artístico.

### **Conclusiones**

Los resultados de las listas de (2–4) tienen una clara implicación para la didáctica de las redes neuronales en la Escuela Primaria. Corroboran la importancia del juego en la interacción entre el niño y el ordenador. Los experimentos preliminares propuestos asocian el juego con las siguientes reacciones de los niños: burla, sorpresa, reto, competición, diversión y, cuando finaliza el periodo de atención, aparece el aburrimiento.

Mientras que un niño obtiene resultados divertidos tras muy poco tiempo programando algoritmos con Scratch, la obtención de cualquier resultado a partir de redes neuronales es mucho más laboriosa. Ese resultado, además, es simplemente un número. No es ningún juego ni ninguna animación con figuras, colores y música. Los experimentos preliminares llevados a cabo apuntan hacia que un niño no empleará demasiados esfuerzos ni demasiada atención para obtener un valor numérico.

Si bien los niños tienen acceso a aplicaciones basadas en inteligencia artificial, también es cierto que los profesores de Educación Primaria no disponen todavía de medios para explicar su funcionamiento a niños. Los experimentos preliminares descritos en este artículo apuntan hacia que, para enseñar a los niños el funcionamiento de las redes neuronales, no basta con mostrarles un sistema simple en un lenguaje tan accesible y familiar para ellos como es Scratch. Es necesario convertir en juego no ya el uso de la aplicación informática, sino la explicación de lo que hace posible que esa aplicación informática funcione. Esa explicación, al igual que el juego, debe provocar en los niños las reacciones que hemos observado en nuestros experimentos: burla, sorpresa, reto, competición y diversión.

Hemos comprobado la necesidad de hacer divertida la red neuronal cuyo funcionamiento se pretende enseñar. La atención de los niños mejora si en clase se usan colores (Kennedy, 2005) y movimiento. Dado que Scratch es una herramienta perfecta para crear animaciones con figuras y colores, de la investigación presentada se deriva la propuesta de aprovechar esas virtudes de Scratch para enseñar qué sucede en las redes neuronales. Una opción podría consistir en animar cada neurona de modo que se convierta en un personaje capaz de recibir y de enviar paquetes: de recibir varios paquetes por detrás y de enviar un paquete a la siguiente neurona por delante en una red simple. Sería necesario ralentizar el funcionamiento de la red neuronal para que el niño viera neurona a neurona, personaje a personaje, y paquete a paquete, cuál es el flujo de la información. La interacción con una red así aprovecharía con fines didácticos las reacciones que los experimentos propuestos han detectado cuando los niños utilizan para jugar aplicaciones que no están destinadas para el juego. Esas reacciones son burla, sorpresa, reto, competición y diversión.

Para finalizar, a partir de los resultados obtenidos de las pruebas preliminares con niños llevadas a cabo, es posible ofrecer las respuestas de (5) a las preguntas formuladas más arriba en la introducción en la lista de (1):

- (5) a. ¿Cómo enseñar a niños de Primaria el funcionamiento de las redes neuronales? Se esboza la siguiente propuesta: no basta con mostrar a los niños el funcionamiento de una red neuronal simple. Sería necesario incorporar también elementos que llamasen la atención del niño: neuronas convertidas en personajes, colores, movimiento.
- b. ¿Cómo pasar de la programación con Scratch al diseño de redes neuronales básicas? El primer paso consistiría en programar neuronas y conexiones con Scratch. El segundo paso consistiría en pinchar y en arrastrar esos elementos para formar una red. En un tercer paso se propondrían interacciones del niño con la red, como por ejemplo asignar valores a los elementos y modificar la red para obtener un resultado determinado.
- c. ¿Interactúan del mismo modo los niños de Primaria con una aplicación que utiliza un algoritmo tradicional y con una aplicación que incorpora una red neuronal? Si las dos aplicaciones realizan una misma tarea simple, sí. Si las dos aplicaciones realizan una similar tarea compleja, no. La clave estriba en la capacidad de aprendizaje de las redes neuronales: la interacción del niño con ellas cambia a medida que la red aprende.

## Referencias bibliográficas

- Abas, Po (2022). Machine learning and artificial intelligence as educational games. *International Transactions on Artificial Intelligence (ITALIC)* 1(1), 129–138.
- Alam, Ashraf (2022). A Digital Game based Learning Approach for Effective Curriculum Transaction for Teaching-Learning of Artificial Intelligence and Machine Learning. *2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*, Erode, India, 69–74.
- Conde, Rafael, Mario Vega-Barbas y Carolina García-Vázquez (2020). Analizando el auge de Scratch para la enseñanza de la programación: revisión del conocimiento científico

- publicado en España. *Tarbiya: revista de investigación e innovación educativa* 48, 7–32.
- Deixilab (2023, 27 de octubre). <http://www.deixilabs.com/eliza.html>.
- Gamito, Rakel, Pilar Aristizábal, Maitane Basasoro e Irati León (2022). El desarrollo del pensamiento computacional en educación: valoración basada en una experiencia con Scratch. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation* 8(1), 59–74.
- Kane, Danielle (2016). The Role of Chatbots in Teaching and Learning. Scott Rice y Margaret N. Gregor (eds.). *E-Learning and the Academic Library. Essays on Innovative Initiatives*, 131–147.
- Kennedy, Mike (2005). Classroom Colors. American School & University. May.
- Mauldin, Michael L. (1994). ChatterBots, TinyMuds, and the Turing test: entering the Loebner Prize competition. *Proceedings of the 12th National Conference on Artificial Intelligence*, 16–21.
- Moreno-León, Jesús, Marcos Román-González, Ramón García-Perales y Gregorio Robles (2021). Programar para aprender Matemáticas en 5º de Educación Primaria: implementación del proyecto *ScratchMaths* en España. *RED. Revista de Educación a Distancia* 68(21). Art. 4.
- OpenAI (2023, 27 de octubre). Introducing ChatGPT. <https://openai.com/blog/chatgpt>
- OpenAI (2023b, 27 de octubre). ChatGPT. <https://chat.openai.com/auth/login>
- Shamir, Gilad y Ilya Levin (2021). Neural Network Construction Practices in Elementary School. *Künstliche Intelligenz* 35, 181–189.
- Shamir, Gilad e Ilya Levin (2022). Teaching machine learning in elementary school. *International Journal of Child-Computer Interaction* 31, 100415.
- Toivonen, Tapani Ilkka Jormanainen, Juho Kahila, Matti Tedre, Teemu Valtonen y Henriikka Vartiainen (2020). Co-Designing Machine Learning Apps in K–12 With Primary School Children. *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Tartu, Estonia, 308–310.
- Turing, Alan M. (1950). Computing Machinery And Intelligence. *Mind* 49, 433–460.