

LA DIMENSIÓN EDUCATIVA DE LA ROBÓTICA: DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO AL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EL AULA

THE EDUCATIONAL DIMENSION OF ROBOTICS: FROM THE DEVELOPMENT OF THOUGHT TO THE COMPUTATIONAL THINKING IN THE CLASSROOM

Juan José Del Álamo Venegas, Laura Alonso Díaz, Rocío Yuste Tosina, Víctor López Ramos.

Universidad de Extremadura

Correspondencia Juan José Del Álamo Venegas
Correo: jdelalam@unex.es
Recibido: 2020-10-21 Aceptado: 2021-03-17
DOI: 10.17398/0213-9529.40.2.221

RESUMEN

En los últimos años, uno de los motores principales que ha incentivado la innovación educativa ha sido la introducción y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula. El uso de ordenadores, pizarras digitales y tabletas como dispositivos que facilitan el aprendizaje, ya sea a través de la gamificación, la realidad virtual, la impresión 3D, etc., son algunos de ellos. En este artículo, el interés se centra sobre la Robótica Educativa y programación en el aula, es decir, cómo a través de la robótica se puede desarrollar el pensamiento y la lógica (transformada en pensamiento computacional). A través de la presente revisión documental, pretendemos desentramar cuál es la dimensión educativa, si es que la hay, del uso de estos dispositivos en la etapa escolar, pasando por la evolución del pensamiento y la robótica educativa y acabando con varias investigaciones realizadas en el área.

Palabras Clave: robótica educativa; pensamiento computacional; innovación educativa.

ABSTRACT

In recent years, one of the main drivers of educational innovation has been the introduction and use of information and communication technologies in the classroom. The use of computers, digital whiteboards and tablets as devices that facilitate learning, whether through gamification, virtual reality, 3D printing, etc., are some of them. In this article, the interest focuses on Educational Robotics and classroom programming, that is, how through robotics, thinking and logic can be developed (transformed into computational thinking). Through this documentary review, we intend to unravel what is the educational dimension, if any, of the use of these devices in the school stage, going through the evolution of thought and educational robotics and ending with several investigations carried out in the area.

Keywords: educational robotics; computational thinking; educational innovation.

Conflicto de intereses / Conflicts of Interest: Los autores no declaran conflicto de intereses.
Sección / Section: Artículos originales
Editor de Sección / Edited by: Prudencia Gutiérrez Esteban.

INTRODUCCIÓN

La educación, al igual que la sociedad actual, está cada vez más ligada al mundo de la tecnología y la digitalización, procesos que evolucionan vertiginosamente transformando nuestro día a día. Las investigaciones educativas, sin embargo, no avanzan al mismo ritmo que evoluciona la sociedad. Por ello, resulta determinante profundizar en algunas dimensiones específicas conectadas con nuevos enfoques y herramientas, competencias y contenidos que aporten trabajos de calidad y ofrezcan soluciones a la comunidad educativa de referencia.

La robótica educativa y la programación son vías innovadoras y recientes que han comenzado a explorarse desde distintos campos, entre ellos el del pensamiento en general y el del pensamiento crítico en particular. La robótica ha llegado al aula de mano de la tecnología, sin embargo, necesitamos de estudios que ahonden en el papel que esta tiene a nivel educativo, en particular en el desarrollo del pensamiento computacional aplicado a la escuela. Una de las preguntas que nos hacemos a este respecto es si sería viable que el alumnado de Educación Primaria aprenda a gestionar sus emociones, programarlas en un robot y trabajar el pensamiento crítico en equipo para contestar a una serie de cuestiones morales. EMOROBOTIC es un proyecto de investigación de la Universidad de Extremadura que ofrece respuestas a cuestiones de este tipo.

A través de la revisión documental que exponemos en el presente artículo, nos acercamos al pensamiento computacional como parte del desarrollo del pensamiento en la etapa escolar, deteniéndonos en la robótica educativa y su aplicación al aula de educación primaria. Finalmente, se presentan ejemplos de uso de dilemas morales en la base de la programación computacional. A través de un robot denominado EBO, desde EMOROBOTIC se proponen actividades relacionadas con dilemas morales para las que el alumnado debe ofrecer una solución mediante su programación

Del desarrollo del pensamiento como propósito educativo, al desarrollo del pensamiento computacional en la escuela

El pensamiento siempre había estado ligado íntimamente con dos campos de estudios: el psicológico y el filosófico. El primero, enfocado en el “cómo” se produce; el segundo, en su “substancia”, los aspectos mutables y pasajeros de las cosas (Beyer, 1990). La educación, por su parte, es un proceso de desarrollo humano que tiene su epicentro en la destreza del pensamiento, siendo a su vez un objeto de estudio que nos ha permitido conocer cómo generamos, procesamos, almacenamos y recuperamos información (Santos, 1995). Sin embargo, mientras que parecía, en parte, que el estudio del pensamiento se alejaba de su vertiente más filosófica, a pesar de estar inseparablemente unida a la misma (Ibídem, 1995), surgían ramas del conocimiento, como la sociología, la pedagogía o, incluso, la informática, que hacían hincapié en el desarrollo del pensamiento desde sus campos de investigación para dar con una nueva forma de pensamiento.

Señala Bahón (2014) que el “*Homo sapiens sapiens* logró desarrollar en su cerebro una mayor sofisticación de la que, según sabemos, ninguna otra especie había logrado”, en este sentido el neocórtex permite poner en práctica habilidades exclusivas del ser humano porque tenemos esa estructura cerebral. Entonces, ¿por qué consideramos que en educación es necesario enseñar a pensar cuando se trata de algo genético que se hereda? En esta línea, continúa Bahón cuando indica que nacemos con la potencialidad de pensar, al igual que con la de hablar; pero sólo un entorno que estimule adecuadamente estas posibilidades genéticas logrará que, efectivamente, salgan a la luz.

Delors (1996), en el conocido informe de la Unesco “La educación encierra un tesoro”, fundamentaba como uno de los ejes de la educación el aprender a conocer. Para aprender a

conocer, indudablemente hay que establecer las bases que ayuden al individuo a desarrollar un pensamiento construido, propio y crítico. En este sentido, enseñar a pensar supone generar dilemas, revalorizando los valores morales, éticos y culturales de la educación, comprendiendo al mundo en su complejidad y relativizando los valores absolutos.

Las pedagogías asociadas con el desarrollo del pensamiento estimulan a los alumnos a hacer preguntas, a analizar, a ser críticos, prever, planificar, establecer pronósticos y tomar decisiones. En ellas, el centro del proceso educativo es el discente, y el docente adopta un papel de facilitador o guía en la generación de la reflexión a través de un aprendizaje participativo. Son muchos los autores que han trabajado el desarrollo del pensamiento en educación, así observamos los trabajos como los de Bruner (1996), Damasio (1994), Rojas et al. (2006), Matusov (2011) Wertsch y Kazak (2011), entre otros.

Adentrándonos ya en el pensamiento computacional como objeto de desarrollo educativo, es destacable señalar que Wing (2006), teórica informática e ingeniera estadounidense, desarrolla el concepto actual del pensamiento computacional, y define a esta nueva disciplina como “un conjunto de habilidades y destrezas (herramientas mentales) habituales en los profesionales de las ciencias de la computación, pero que todos los seres humanos deberían poseer y utilizar para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano” (Adell et al., 2019, p.173). Es decir, para poder desarrollar el pensamiento computacional, el programador necesitaría entender el comportamiento humano, comprendiendo cómo se resuelven conflictos y problemas y diseñando sistemas para ellos. El desarrollo de herramientas mentales para poder aplicar este proceso resulta fundamental.

Siguiendo esta definición, que marcó un nuevo debate pedagógico entre los investigadores de todo el mundo, se comenzó a intensificar el interés por la programación, la robótica educativa y el pensamiento computacional en las distintas etapas educativas, pero no solo por parte de los centros escolares y las distintas administraciones relacionadas con la educación, sino también por parte de las empresas y otros organismos como la propia Unión Europea, que comenzó a fomentar la inclusión de este tipo de contenidos dentro del aula de cara a impulsar el crecimiento económico, cubrir puestos de trabajo relacionados con las nuevas tecnologías y prepararse para futuros empleos, así como para desarrollar el pensamiento crítico y la forma de resolver problemas y analizar su realidad desde distintas perspectivas (Bocconi et al., 2016).

Pero el aspecto fundamental, como educadores, que deberíamos tener en cuenta es ¿estamos formando para puestos de trabajo o estamos formando personas creativas, capaces de resolver problemas y aprender a programar facilita el desarrollo mental del individuo? Indudablemente, si nos limitamos al aprendizaje de la programación robótica, estaremos limitando sus extensas posibilidades en relación con el desarrollo del pensamiento como dimensión educativa. Esto es un peligro sobre el que debemos estar atentos, redirigiendo las políticas, los programas y proyectos dirigidos a tal fin, que tienen como foco de desarrollo la escuela.

Año tras año, la educación alrededor del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa va adquiriendo mayor relevancia, va aumentando la oferta a todos los niveles educativos tanto formales como no formales e informales, y se mantiene como una de las nuevas disciplinas necesarias para la adaptación a las realidades latentes en la actualidad y las que están por llegar, con millones de puestos de trabajo que, a día de hoy, ni siquiera existen, pero que requerirán de estas habilidades sociales y mentales en los adultos del futuro para seguir avanzando como sociedad. Desde la Universidad de Extremadura, a raíz de todo este auge y con la mirada puesta en las necesidades educativas y laborales cercanas, se está desarrollando el proyecto de

EMOBOROTIC precisamente para ligar, en este caso, el pensamiento computacional y la robótica educativa con la gestión emocional, proyecto del que hablaremos con más detalle un poco más adelante, tras indagar aún más en el origen de la Robótica Educativa como concepto y herramienta que va más allá de la mera computación.

El construccionismo como base de LOGO

El término de Robótica Educativa puede resultarnos relativamente moderno, puesto que es desde inicios del siglo XXI donde mayor notoriedad ha ido adquiriendo (Ruiz, 2017), pero la realidad es que ya empezó a ser explorado desde muchos antes, más concretamente desde los años sesenta, cuando Seymour Papert, junto a otros investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts, desarrollaron el primer dispositivo para que los niños pudiesen enfrentarse directamente a un ordenador y su programación, conocido como LOGO (Castro y Acuña, 2012). Papert se apoyó en la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget, de quien fue discípulo en el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra (Monsalves, 2011), para la fundamentación de una nueva corriente denominada *Construccionismo*, disciplina que se basa en la construcción real de aquello que se tiene en la mente, de cara a que sirva de apoyo para que uno llegue a comprender sus propias estructuras intelectuales (Monsalves, 2011, Castro y Acuña, 2012). Mikropoulos y Bellou (2013) definen el enfoque construccionista en cuatro principios fundamentales:

- El aprendizaje mediante el diseño de proyectos significativos, creando cosas y compartiéndolas con la comunidad.
- El uso y la manipulación de objetos para favorecer el pensamiento concreto sobre fenómenos abstractos.
- Identificación de ideas poderosas como herramienta con la que pensar en diferentes campos del conocimiento.
- El aprendizaje basado en la reflexión.

El construccionismo, por ende, “sitúa en el centro de todo proceso de aprendizaje a quien aprende, otorgándole un rol totalmente activo, ampliando su conocimiento a través de la manipulación y la construcción de objetos” (Monsalves, 2011, p.84). Para Papert (1980), lo idóneo era que los niños explorasen el ordenador, en términos de funcionamiento y programación, en vez de darles ya el programa funcional, puesto que su visión de un nuevo aprendizaje pasaba por la necesidad de haber un contacto directo entre el niño y el ordenador. Además, al enseñarles cómo piensa un ordenador, los niños se embarcan en una exploración sobre cómo piensan ellos mismos, dando como resultado el desarrollo de una poderosa habilidad intelectual durante este proceso (Papert, 1980).



Figura 1. Imagen de un niño y una niña junto a la “tortuga” Irving y utilizando el programa LOGO, extraída del libro de Mindstorms de Seymour Papert, 1980.

Posteriormente al desarrollo de LOGO, surgió una colaboración con LEGO que permitió la relación entre la construcción física y lo programado en el ordenador (Hernández y Vega, 2016), dando lugar de alguna forma al primer kit de robótica de Lego Mindstorms, así como el más conocido y usado a nivel mundial, y que debe su nombre a la publicación de Papert llamada *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (Alimisis y Kynigos, 2009).

Robótica como objeto y medio educativo

La tecnología en el siglo XXI ha conseguido que los estudiantes tengan a su alcance la información y recursos que quieran explorar y conocer. Los llamados “nativos digitales” (Prenski, 2001) es decir, aquellos que nacieron y crecieron rodeado de aparatos tecnológicos que les permitieron aprender y desarrollarse en un contexto y diversidad cultural totalmente distinta a sus generaciones predecesoras (Pradas, 2017), están envueltos en información que, sin embargo, no acaban de explorar ni de conocer del todo. Es más, la información no siempre lleva a conocimiento, pues no se han puesto en marcha los mecanismos adecuados de pensamiento que generan un conocimiento válido. La facilidad con la que se accede a la información y la velocidad que implica la toma de decisiones en la sociedad red, implica que se pueda dar por sentado un conocimiento no contrastado. Si a esto le sumamos que en el futuro nos encontraremos con nuevos trabajos aún inexistentes pero que estarán relacionados con las tecnologías, surgen las necesidades de adaptar el sistema educativo a la nueva realidad latente. Por ello, comienza a haber una tendencia mundial a que la programación sea parte del aula y del currículum, que se adapte a los tiempos y prepare a los estudiantes para el futuro laboral y personal venidero (Pradas, 2017).

Aprender a programar ya no es una tarea exclusiva del ámbito de la ingeniería informática. Es más, cada vez resulta más necesario implicar en tareas de programación a profesionales o expertos de profesiones del campo humanístico. En el campo de las humanidades, se aprende a pensar, a generar conocimiento en base a un pensamiento reflexivo que cada vez es más necesario en el campo de las ciencias experimentales. Ya nos lo decía Nussbaum (2012) en su prestigiosa obra “Sin fines de lucro: por qué la democracia necesita de las humanidades”. No podemos construir un mundo basado en la informática, en el tráfico de información como valor de cambio sin que las

humanidades ofrezcan su base. Porque en ellas está el pensamiento que construye la sociedad como democracia.

Por tanto, en la base del pensamiento computacional es necesario contar con las humanidades. Más allá de resolver problemas informáticos, en la escuela lo que necesitamos son dilemas morales y humanos, aprender a razonar sobre dichas dicotomías, tomar decisiones y programarlas. Ese es el verdadero mundo que estamos creando. El pensamiento computacional, así entendido, comienza a ser un recurso que permite asentar las bases de la lógica en la educación primaria.

De este modo, estaríamos a favor de aprender un pensamiento computacional como mecanismo eficaz para resolver problemas y reforzar otras habilidades como la creatividad, el razonamiento o el pensamiento crítico (Basogain, Olabe, y Olabe, 2015). Esto, unido a la manipulación de objetos y la teoría del construccionismo de Papert, da lugar al concepto de robótica educativa y a todas las ventajas que en su conjunto presenta en el aprendizaje.

Siguiendo a Acuña (2012, p.8-9), la robótica educativa se puede definir como “un contexto de aprendizaje que promueve un conjunto de desempeños y habilidades directamente vinculados a la creatividad, el diseño, la construcción, la programación y divulgación de creaciones propias primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y recursos tecnológicos; que pueden ser programados y controlados desde un computador o dispositivo móvil.”

La Robótica Educativa, por la cantidad de competencias básicas que pueden ser trabajadas con el alumnado, se convierte en un recurso idóneo para el desarrollo de las “capacidades creativas y de organización, el fomento del trabajo en grupo, la promoción de la necesidad de experimentar y de descubrir nuevas habilidades y el interés por investigar” (López y Yuste, 2017, p.85).

Por ello, hablamos de una herramienta capaz de transformar la práctica educativa tal y como la conocemos, puesto que su carácter polivalente y multidisciplinar nos permite el desarrollo de diferentes campos del saber de manera simultánea, como las matemáticas, las ciencias naturales, la tecnología y la ingeniería, más comúnmente conocidas como habilidades STEM (Pittí, Curto y Moreno, 2010).

De este modo, la Robótica Educativa es a su vez una forma de mantener la atención del alumnado que para ciertas asignaturas puede resultar más laborioso, como en el caso de las matemáticas, por su condición de manipulación y experimentación, que ayudan a centrar su percepción y observación en la actividad que están realizando (Bravo y Forero, 2012), así como hacer frente a la falta de interés actual de los jóvenes hacia las ciencias y la tecnología, producida por el poco atractivo y dificultad que la metodología tradicional utiliza para enseñarlas (Moreno et al., 2012).

Tanto es así que los apoyos y las implicaciones por parte del Gobierno de España y de las distintas Comunidades Autónomas españolas a esta nueva dimensión educativa son cada vez mayores, incluyéndola dentro del currículum escolar de manera implícita en el caso de algunas regiones, o bien a través de proyectos paralelos o de formación (INTEF, 2018), fomentando el desarrollo del pensamiento computacional desde etapas tempranas de la educación hasta las superiores, incluyendo la formación del profesorado. En el caso del resto de países de Europa, son ya varios los que han incluido, incluso, asignaturas específicas, tanto obligatorias como optativas, que desarrollan la programación, el pensamiento computacional y la robótica en los distintos niveles educativos (European Schoolnet, 2015). Desde la propia Comisión Europea, de hecho, ya se contempla como una de las vías de desarrollo y transformación digital necesarias para el avance

innovador de los empleos y servicios públicos, así como de cara a los futuros trabajos, por lo que la programación y la robótica se especifican dentro de planes económicos y de financiación para los distintos países miembros como los de Horizonte Europa (2019) y Europa Digital (2019).

Por ello, son cada vez más los estudios que demuestran los beneficios de la robótica educativa en el aula, mostrando que los robots pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar no solo sus habilidades en el área de la informática y las competencias STEM, sino también a mejorar su capacidad de resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento lógico y crítico (Scaradozzi et al., 2014). Este nuevo contexto de aprendizaje, además, puede ser adaptado y llevado a la práctica en todos los niveles educativos reglados, desde las etapas tempranas de Educación Infantil hasta la Educación Secundaria y Bachillerato, tal y como demuestran varios estudios expuestos a continuación.

García-Valcárcel y Caballero (2019) se preguntaron si en Educación Infantil (de 3 a 6 años) podían desarrollar el pensamiento computacional a través de actividades de robótica y secuencias en el aula, utilizando para ello el kit de robótica Bee-Bot, un robot en forma de abeja con botones para programar secuencias de movimiento dentro de un tapete con distintos destinos posibles.

A través de siete sesiones con el grupo experimental, llegaron a la conclusión de que los estudiantes adquirieron nuevas habilidades para diseñar y construir secuencias de programación utilizando objetos tangibles, así como detectar errores de secuencia y desarrollar habilidades sociales como la comunicación, la creatividad, el liderazgo o el trabajo colaborativo.

En el caso de Pérez y Diago (2018) van algo más allá y, tomando como muestra a alumnado tanto de Educación Infantil como de Educación Primaria de edades comprendidas entre los 5 y los 10 años, decidieron explorar la capacidad del alumnado para elaborar sus propios programas secuenciales y para resolver problemas mediante tarjetas de comandos y programación en bloque que no hubiesen sido capaces de realizar sin el uso de un lenguaje simbólico, utilizando para ello el kit de robótica Bee-Bot.

Los resultados muestran que, sobre todo en las edades más tempranas del estudio, los alumnos adquieren recursos para la resolución de problemas que, sin el uso del lenguaje de programación simbólico, les resultaría imposibles de resolver, así como permitirles pensar de una forma más estructurada y modificar los planes pensados inicialmente. No así ocurre con el alumnado de 10 años, al que el robot de Bee-Bot y la programación simbólica se les presenta superflua.

En la etapa de Educación Primaria, estudios como el de Julià y Antolí (2016) van más allá del propio trabajo en equipo, las competencias STEM o la resolución de problemas, y se centran en analizar si el uso de la robótica educativa ayuda también a desarrollar la inteligencia espacial. Para ello, se dividió a una clase de 6º de Educación Primaria en dos grupos, uno control y otro experimental, a lo largo de 8 sesiones, utilizando el kit de robótica de Fischertechnik y el software ROBO Pro Light. Los resultados obtenidos mostraban una mejoría de la inteligencia espacial en aquellos alumnos que participaron en las sesiones de robótica educativa en comparación al grupo control.

Sin embargo, no todos los docentes, familias y estudiantes tienen una idea real y clara sobre la robótica educativa y su inclusión en el aula, por lo que Vivas y Sáez (2019) realizaron un estudio para conocer la opinión de todo el espectro escolar antes y después de participar en un taller sobre el tema, enfocado a estudiantes de 2º de Educación Primaria que trabajarían con los kits de robótica de Lego WeDo 2.0 y Blue-Bot. Los resultados mostraron que un 63% de los encuestados estaban completamente a favor de la integración y uso de las TICs en el aula, aunque un porcentaje algo

inferior (48%) considera que la robótica debería ser una actividad obligatoria en el aula. Los alumnos, por su parte, tuvieron casi en su totalidad una experiencia positiva y favorable, con los que se trabajaron contenidos de programación básica, competencias digitales, razonamiento lógico o matemáticas, entre otros.

De esta forma, a todos los estudios citados anteriormente, podemos añadir muchos otros que buscan contribuir a la consecución de competencias matemáticas a través de la robótica educativa en Educación Primaria (Suárez et al., 2018), a través de actividades y talleres extraescolares basados en el modelo NXT de LEGO Mindstorms (Pittí, Curto y Moreno, 2010), trabajando el pensamiento computacional y, con ello, mejorando la capacidad de resolución de problemas en Educación Secundaria (Ortega-Ruipérez y Asensio, 2018), desarrollando una asignatura de robótica educativa en secundaria (Ocaña, 2012) o, incluso, diseñando un currículo y una metodología de trabajo para implantar una nueva asignatura de Robótica en Educación Secundaria y Bachillerato (Ocaña et al., 2015).

La Universidad de Extremadura, por su parte, y en consonancia a todo lo que compete a la robótica educativa y el pensamiento computacional dado el auge de la materia en los tiempos actuales, también decidió dar el paso y preguntarse si un niño de 11 años sería capaz de gestionar sus propias emociones a través de la robótica educativa. De esta pregunta de investigación parte el proyecto de EMOROBOTIC (López y Yuste, 2017) y de él nace EBO, un pequeño robot capaz de detectar y expresar las emociones básicas a través de su propio software de programación.

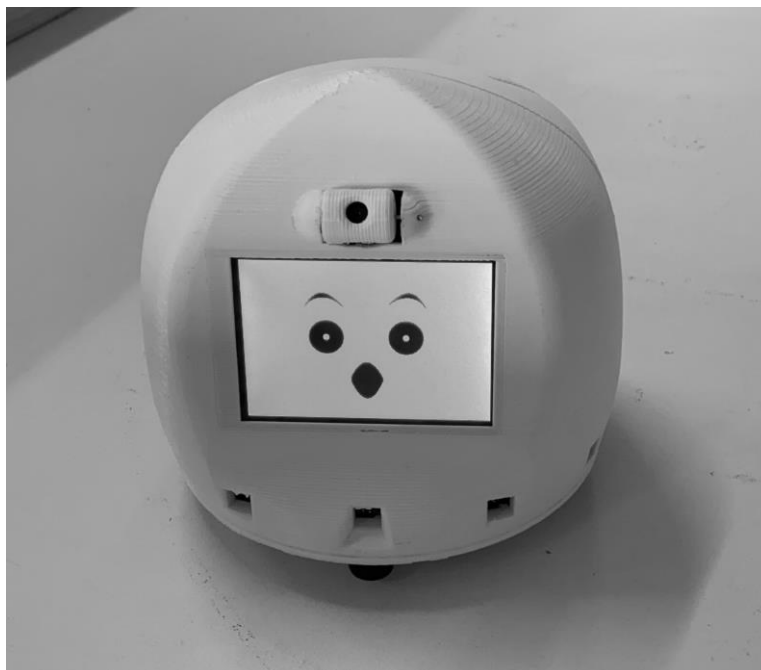


Figura 2. EBO: robot capaz de detectar y expresar las emociones básicas que nace del proyecto EMOROBOTIC (Universidad de Extremadura)

Aplicación de la robótica al aula de educación primaria: Los dilemas morales en la base de la programación computacional.

Los dilemas morales se pueden definir como situaciones en las que dos o más valores morales son enfrentados entre sí mismos para tomar una decisión que, sea la que sea, tendrá consecuencias negativas para algunos de los agentes involucrados en dicha situación (Kvalnes, 2015). Dichos dilemas propician dentro de un entorno educativo el debate, trabajando de esta forma

distintas competencias comunicativas y sociales como la asertividad, la escucha activa y positiva, la consideración de las posibles soluciones a una misma problemática, la empatía o el razonamiento moral, entre otras (Gómez et al., 2019), englobadas en sí mismas dentro del desarrollo del pensamiento individual.

Con las tecnologías emergentes, y en especial la robótica educativa, se abre un nuevo enfoque para poder trabajar este tipo de competencias de una manera mucho más práctica y constructorista, a través de la ejecución de respuestas morales de situaciones complejas.

EBO es un pequeño robot creado por la Universidad de Extremadura, capaz de reconocer y expresar emociones, desplazarse por un plano y seguir una serie de indicaciones, circuitos o códigos QR gracias a su propia aplicación de programación en bloques, llamada Learnblock. Learnblock permite que el alumnado programe distintas situaciones en la que EBO se tenga que desplazar y reaccionar ante distintas situaciones, expresando aquellas emociones que, en dicha situación, el propio estudiante realizaría. De esta forma, podemos decir que EBO tiene dos funcionalidades principales: reconocer las emociones de los demás y expresar sus propias emociones, actuando en consecuencia ante las circunstancias planteadas.

Es por ello que, utilizando distintos dilemas morales, se puede trabajar en la construcción del pensamiento individual y colectivo de la clase, pues el alumnado tendrá que programar exactamente cómo actuar ante diferentes dilemas morales diseñados a partir del currículum de Educación Primaria. En este contexto se ponen en juego el pensamiento crítico, la gestión de emociones, la toma de decisiones y la programación de EBO. Finalmente, para visualizar mejor la experiencia, mostramos algunos de los diferentes dilemas morales que se programaron:

Tabla 1. Dilema moral 1. Programación en EBO

Curso y bloque temático del dilema moral	<p>CIENCIAS SOCIALES: SEXTO CURSO.</p> <p>o BLOQUE 1. CONTENIDOS COMUNES: Valorar la cooperación y el dialogo como forma de evitar y resolver conflictos, fomentando los valores democráticos. utilización de las normas de convivencia.</p> <p>o BLOQUE 2. EL MUNDO EN QUE VIVIMOS. El desarrollo sostenible. Los problemas de la contaminación</p>
Desarrollo del pensamiento:	Gestión emocional: FACILITACIÓN EMOCIONAL
Dilema moral	<p>Imaginad que este fin de semana vais a la playa y vuestros padres os dan 10 euros para ir a merendar con vuestros 4 amigos. Estando allí decidís ir a comprar al supermercado. En el supermercado las bolsas de plástico cuestan 2 céntimos, pero también venden otra bolsa reciclada y reutilizable por 1 euro. Decidid la opción que tomaríais:</p> <p>o Compramos la bolsa de plástico de 2 céntimos</p> <p>o Compramos la bolsa reciclada que cuesta un euro.</p> <p>o No compramos ninguna bolsa y llevamos la compra en las manos.</p>
Pensamiento computacional: programación en EBO	Programar las respuestas emocionales de EBO en función de la opción que tomen los estudiantes. Tendrán que decidir qué emoción conlleva a EBO tristeza, alegría, sorpresa, enfado o indiferencia

Tabla 2. Dilema moral 2. Programación en EBO

Curso y bloque temático del dilema moral	CIENCIAS SOCIALES: SEXTO CURSO
Desarrollo del pensamiento:	Gestión emocional: REGULACIÓN EMOCIONAL
Dilema moral	<p>Hemos salido a dar una vuelta todos los amigos, estamos esperando a que el semáforo se ponga en verde, pero Luis se pone a mirar el móvil y comienza a cruzar, se tropieza contigo y estáis a punto de tener un accidente con un coche que pasa. El coche toca el claxon y afortunadamente todo queda en un buen susto. Luis, el líder de todos los amigos hace un chiste con lo ocurrido ¿Qué harías?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Estoy tan nervioso y enfadado que insulto y grito a Luis por mirar el móvil mientras cruzamos. ○ A pesar de tener ganas de insultar y pegar a Luis, respiro profundamente y cuento hasta tres. Luego le digo en tono serio que tiene que tener cuidado y no mirar el móvil pues nos ha puesto en peligro, y que prefiero que no haga chistes de algo tan grave. ○ No le digo nada a Luis, pues no me atrevo a reprocharle nada, me limito a callarme y a reírme cuando él hace el chiste.
Pensamiento computacional: programación en EBO	Programar las respuestas emocionales de EBO en función de la opción que tomen los estudiantes. Tendrán que decidir que emoción conlleva a EBO tristeza, alegría, sorpresa, enfado o indiferencia.

Para dar respuesta a cada uno de los dilemas y situaciones expuestas, se ha realizado un procedimiento que consta de diferentes fases:

En primer lugar, resulta imprescindible una fase introductoria. En ella se distribuirá al alumnado en grupos de trabajo, instruyéndoles en el conocimiento tanto de EBO como de Learnblock, la aplicación de programación con bloques creada para programar las acciones del robot.

A continuación, la fase de contextualización consiste en explicar a cada grupo de estudiantes la situación moral que se presenta. El tutor, con documentación entregable, ya sea en papel o de manera digital, solicita al grupo que lea el dilema y las respuestas, resolviendo las dudas planteadas por los diferentes equipos de trabajo.

En la fase de pensamiento crítico y gestión emocional, el alumnado debe proceder a analizar el dilema planteado, generando su propio punto de vista razonado. Posteriormente, utilizando la técnica de debate grupal, compartirán sus puntos de vistas. Esta fase concluye con la toma de decisiones respecto a cómo proceder ante el dilema. En este punto es importante que el grupo sea capaz de reconocer cómo se toman los acuerdos (consenso, votación, imposición, etc.).

En la fase de programación, las decisiones deben ser traducidas a lenguaje computacional. Imaginándonos la escena descrita en el dilema moral al completo, los estudiantes unirán los distintos bloques de programación que consideran para ese dilema en Learnblock, programando así a EBO para, en primer lugar, que avance hacia el lugar en el que sucede todo, parándose en el momento en el que se genera ese dilema, y volviendo hacia su punto de partida. En segundo lugar,

programando las emociones que los estudiantes consideran que expresará EBO (que, a su vez, son las que sentirían ellos ante esa circunstancia si se les diese en la vida real) a lo largo de todo el proceso.

A través de las fases expuestas, los estudiantes trabajan la creatividad, el desarrollo del pensamiento computacional, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la gestión de sus propias emociones transmitidas, en este caso, a un pequeño robot que sería el encargado de personificarlas sobre el tablero.

CONCLUSIONES

En un contexto en el que el avance social, la transformación digital y el desarrollo de las tecnologías están cada vez más unidas y nos dejan entrever que será el camino de cara a crear los futuros puestos de trabajo y nuestra forma de vida, la implementación de dichas dimensiones en la educación se hace cada vez más necesaria, sin olvidar el resto de competencias básicas y transversales ya incluidas en el currículum educativo. El pensamiento computacional y la robótica educativa han demostrado ser una nueva vía a explorar y seguir desarrollando dentro de las etapas educativas regladas, de cara a familiarizar y preparar a los alumnos de hoy para la vida y el trabajo del futuro. Los beneficios que aportan y la cantidad de competencias que pueden trabajarse a través de las STEAM, junto a los resultados de muchas de las investigaciones realizadas en el campo que expusimos a lo largo de este trabajo, nos lleva a plantear estas herramientas y “nuevas tecnologías” como una necesidad transversal del ámbito educativo actual y de futuro.

En el caso de EBO y EMOROBOTIC, además, se ejemplifica cómo la robótica educativa y la programación pueden ser utilizadas para el desarrollo de *soft skills* mediante la gestión emocional y la creación de dilemas morales que lleven a los alumnos y alumnas a tomar decisiones, interiorizarlas y programarlas de cara a resolverlas, explorando así nuevas habilidades que empiezan a ser cada vez más demandadas tanto por las empresas como por la sociedad.

De esta forma, podemos concluir que la robótica educativa y la programación en el aula no es solo una nueva dimensión educativa que irrumpe con fuerza en nuestro sistema educativo, sino que el apoyo de las diferentes instituciones, tanto nacionales como internacionales, refuerzan aún más la importancia de implantarlas en todas las etapas educativas, para que los estudiantes de hoy se adapten y transformen la sociedad del mañana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, A. L. (2012). Diseño y Administración de Proyectos de Robótica Educativa: Lecciones Aprendidas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 6-27.
- Adell, J., Llopis, M. A., Esteve, F. M. y Valdeolivas, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186.
- Alimisis, D. y Kynigos, C. (2009). Constructionism and Robotics in Education. En D. Alimisis (Ed.). *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods* (pp. 11-27). Atenas, Grecia: School of Pedagogical and Technological Education.
- Analía, B., Jeanette, D., Mariel, K. y Reyna, C. (2015). Una revisión sistemática sobre emociones morales y dilemas sociales. *Summa Psicológica UST*, 12(1), 63-76.
- Bahón, J. (2014). Enseñar a pensar. *@Crítica*, 993, 63-69.
- Basogain, X., Olabe, M.A. y Olabe, J.C., (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46).
- Beyer, B. K. (1990). What philosophy offers to the teaching of thinking. *Educational Leadership*, 47(5), 55-60.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Disponible en: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf.
- Bravo, F. A. y Forero, A. (2012). La Robótica como un Recurso para facilitar el Aprendizaje y Desarrollo de Competencias Generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120-136.

- Bruner, J. (1996). Celebrating Piaget and Vygotsky: An exercise in dialectic. Paper presented at the 2nd Conference for socio-cultural research, Geneva
- Castro, M. D. y Acuña, A. L. (2012). Propuesta Comunitaria con Robótica Educativa: Valoración y Resultados de Aprendizaje. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 91-119.
- Comisión Europea (2019). *Programa Europa Digital 2021-2027*. Recuperado de: <https://intef.es/Noticias/programa-europa-digital-2021-2027-de-la-comision-europea/>
- Comisión Europea (2019). *Horizonte Europa. El próximo programa de inversión en investigación e innovación de la UE (2021-2027)*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_es_invertir_para_dar_forma_a_nuestro_futuro.pdf
- Damasio, A. R. (1994). *Damasio, Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam.
- Delors, J. et al. (1996). *La educación encierra un tesoro (Learning: The Treasure Within)*. París: UNESCO. <http://www.unesco.org/delors/>
- European Schoolnet. (2015). *Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Recuperado de: http://www.eun.org/documents/411753/817341/Computing+our+future_final_2015.pdf/d3780a64-1081-4488-8549-6033200e3c03
- García-Valcárcel, A. y Caballero, Y. A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, XXVII(59), 63-72.
- Gómez, M. T., Barragán, F. E., Arias, A. D. Y Rodríguez, R. I. (2019). Selección de dilemas morales para debatir en el aula. *Indivisa, Boletín Estudiantil de Investigación*, (19), 37-60.
- Hernández, V. y Vega, A. (2016). Robótica Educativa y Escuela: ¿cuál será el momento en que converjan? En R. Roig-Vila (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 2579-2587) Barcelona, España: OCTAEDRO S.L.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España y propuesta normativa*. Recuperado de: <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2018/10/Ponencia-sobre-Pensamiento-Computacional.-Informe-Final.pdf>
- Julià, C. y Antolí, J. O. (2016). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 185-203. doi: <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2>
- Kvalnes, Ø. (2015). *Moral reasoning at work: Rethinking ethics in organizations*. Basingstoke, Reino Unido: Palgrave Macmillan.
- López, V., y Yuste, R. (2017). EMOROBOTIC: Gestión Emocional a través de la Programación en Robots en Educación Primaria. En S. Pérez, G. Castellano y A. Pina (Coords.). *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 82-91). Eindhoven, NL: Adaya Press.
- Matusov, E. (2011). Irreconcilable differences in Vygotsky's and Bakhtin's approaches to the social and the individual: An educational perspective. *Culture & Psychology*, 17(1), 99-119.
- Mikropoulos, T. A. y Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la Robótica Educativa desde la perspectiva del Docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117.
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí, K. y Quiel, J. (2012). La Robótica Educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 74-90.
- Nussbaum, M. C. (2012). Not for profit: Why democracy needs the humanities. In *Not For Profit: Why Democracy Needs the Humanities*. <https://doi.org/10.1215/0961754x-1305490>
- Ocaña, G. (2012). Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(10), 56-64.
- Ocaña, G., Romero, I. M., Gil, F. y Codina, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura "Robótica" en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. *Investigación en la Escuela*, (87), 65-79.
- Ortega-Ruipérez, B. y Asensio, M. M. (2018). Robótica DIY: pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas. *RELATED. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(2), 129-143.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Nueva York, Estados Unidos: Basic Books, Inc.
- Pérez, G. y Diago, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot. *Magister*, 30(1 y 2), 9-20.
- Pittí, K., Curto, B. y Moreno, V. (2010). Experiencias Construccionistas con Robótica Educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(3), 310-329.
- Pradas, S. (2017). *Neurotecnología educativa. La tecnología al servicio del alumno y del profesor*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades. Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa. Disponible en: <https://sede.educacion.gob.es/publivena/neurotecnologia-educativa-la-tecnologia-al-servicio-del-alumno-y-del-profesor/educacion-psicologia/21470>.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.

- Rojas, S., Drummond, M., Fernandez, N., Mazon, R., & Wegerif, R. (2006). Explicit reasoning, creativity and co-construction in primary school children's collaborative activities. *Thinking Skills and Creativity*, 1(2), 84-94.
- Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa* (Tesis doctoral). Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia, España.
- Santos, M. A. (1995). Desarrollo del pensamiento y proceso educativo: reflexiones y estrategias de optimización conjunta. *Teoría de la educación*, 7, 39-51.
- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M. y Vergine, C. (2014). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia – Social and Behavioral Science*, 174, 3838-3846.
- Suárez, A., García, D., Martínez, P. A. y Martos, J. (2018). Contribución de la Robótica Educativa en la adquisición de conocimientos de Matemáticas en la Educación Primaria. *Magister*, 30(1 y 2), 43-54.
- Vivas, L. y Sáez, J. M. (2019). Integración de la robótica educativa en Educación Primaria. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1), 107-128.
- Wertsch, J., & Kazak, S. (2011). Saying more than you know in instructional settings. In T. Koschmann (Ed.), *Theories of learning and studies of instructional practice*. NJ: Springer.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.4135/9781483385198.n52>

Financiación

Esta investigación se ha realizado dentro del proyecto EMOROBOTIC: Gestión emocional a través de la programación en robots en Educación Primaria, con expediente IB16090, y con una ayuda para la formación de investigadores predoctorales, con expediente PD18080, ambos financiados por la Junta de Extremadura y el Fondo Social Europeo.