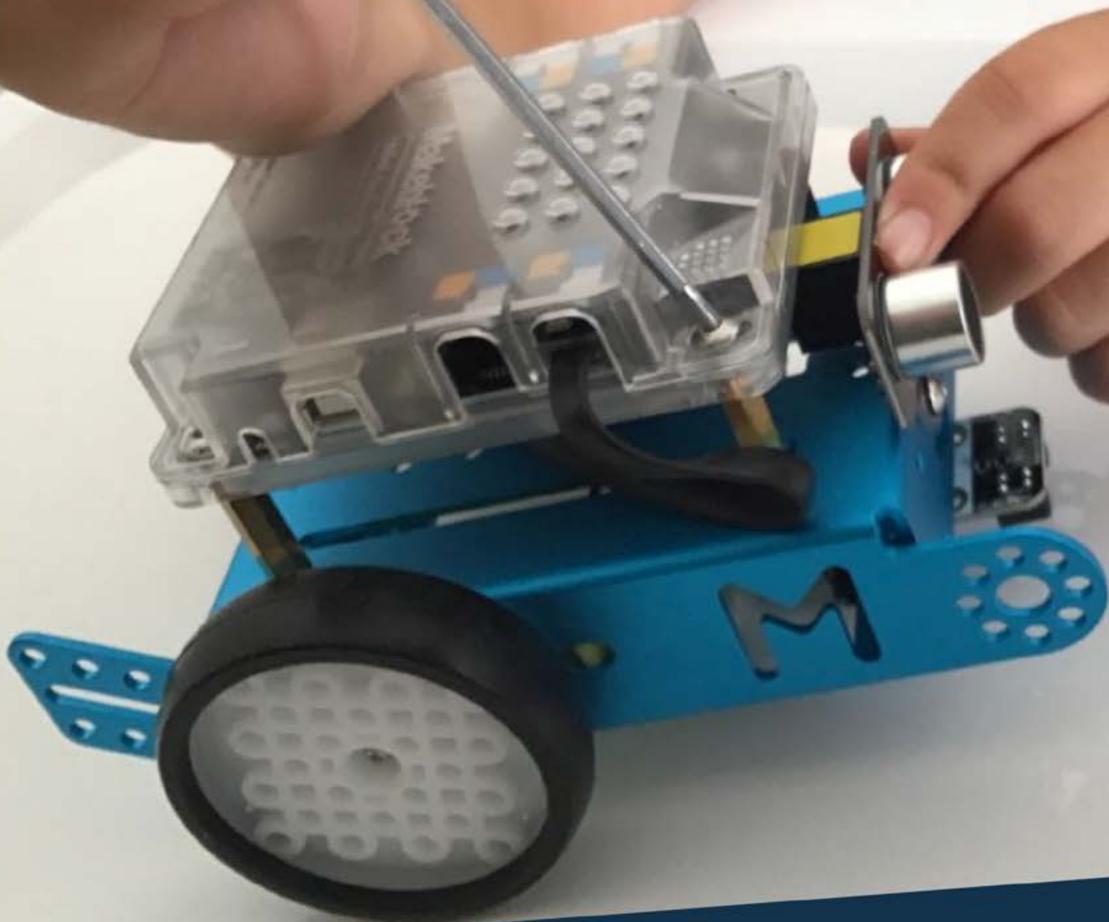


Robótica educativa una perspectiva didáctica en el aula



María Obdulia González Fernández
(Coordinadora)



UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA

CUALTOS
Centro Universitario de los Altos



Robótica educativa

Una perspectiva didáctica en el aula



María Obdulia González Fernández

(Coordinadora)



**UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA**

CUALTOS
Centro Universitario de los Altos

Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula

Coordinadora: María Obdulia González Fernández

Publicación electrónica digital: descarga y online; detalle de formato: EPUB

Primera edición

ISBN: 978-607-9450-80-9

D. R. © Copyright 2021. Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de los Altos
Av. Rafael Casillas Aceves No. 1200
Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México

Primera edición, agosto 2021

Edición y corrección: Astra Ediciones, S. A. de C. V.
www.astraeditorial.com.mx
edicion@astraeditorial.com.mx

Todos los derechos reservados conforme a la ley. Las características de esta edición, así como su contenido no podrán ser reproducidas o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún medio, electrónico ni mecánico, incluyendo fotocopiadora y grabación, ni por ningún sistema de almacenamiento y recuperación de información sin permiso por escrito del propietario del Derecho de Autor.

Contenido

Prólogo	5
<i>Dr. Manuel Cebrián de la Serna</i>	
Presentación.....	7
Capítulo 1	
Antecedentes y fundamentos de la robótica educativa	10
<i>Pablo Huerta Gaytán</i>	
Capítulo 2	
Modelos pedagógicos asociados a la robótica educativa.....	24
<i>Juan Martín Flores Almendárez</i>	
Capítulo 3	
Metodologías didácticas para integrar la robótica en el aula	41
<i>María Obdulia González Fernández</i>	
Capítulo 4	
Acercamiento a la estructura de los robots y su programación.....	56
<i>Horacio Gómez Rodríguez</i>	
Capítulo 5	
Ejemplo de actividades prácticas de robótica en el aula	82
<i>María Obdulia González Fernández</i>	
Capítulo 6	
Experiencias prácticas de robótica educativa en Secundaria y Bachillerato	107
<i>Francisco José Ruiz Rey</i>	
<i>José María Sánchez Nosea</i>	
Capítulo 7	
Aprendizaje STEAM a través de talleres de robótica para niños	126
<i>María Obdulia González Fernández</i>	
<i>Yadira Alejandra González Flores</i>	
<i>Marco Antonio Ornelas Sandoval</i>	
Capítulo 8	
La robótica educativa en Educación Infantil: una propuesta de experiencia innovadora con Escornabot	137
<i>Olalla García-Fuentes</i>	
<i>Violeta Cebrián Robles</i>	

Prólogo

Agradezco profundamente la oportunidad que nos brindan de prologar este libro que surge de la entrega y amor por el trabajo docente de los investigadores y doctores que participan en esta obra. Solo quisiera resaltar los valores de las personas que están detrás de los proyectos de robótica y con este libro, señalar el objetivo tan educativo como humanista que representa adentrarse en esta innovación con el enfoque que aquí se muestra, y que tan sabiamente está coordinado en esta ocasión por la doctora María Obdulia González Fernández de la Universidad de Guadalajara.

Es hora ya de que salvemos los miedos y los mitos que la literatura y el cine han creado alrededor de los robots, tanto en lo negativo como en lo positivo, en lo fantasioso como en lo dramático. La relación de la humanidad con sus creaciones tecnológicas debe considerarse desde la evidencia empírica de su eficacia como de su eficiencia, sin obviar las dimensiones emotivas y más humanas a las que deben su sentido de ser.

Las tecnologías están al servicio de los seres vivos y de la conservación del equilibrio ambiental del planeta, nuestro próximo reto a nivel mundial. Los robots vivirán cada vez más entre nosotros en un ambiente natural con los más pequeños, en el cual nos apoyaremos no solo para la vida cotidiana, sino para los retos que en el futuro nos deparará el planeta. Es por esta razón que cuanto antes comencemos a convivir en la educación formal y en los primeros cursos con esta potente tecnología, antes surgirán nuevos creadores y se forjarán los ciudadanos del futuro.

La obra representa una oportunidad para seguir estrechando lazos de colaboración entre grupos de investigación que con larga trayectoria trabajan por la educación en mayúsculas, tanto desde un enfoque local como internacional. Por la calidad de los miembros de ambos grupos, como son el grupo de investigación en Gestión, innovación educativa y tecnología de la Universidad de Guadalajara y el grupo de investigación GTEA de la Universidad de Málaga, España, son un claro ejemplo universitario que amalgaman esfuerzos y vaticinan proyectos innovadores en el futuro, fortaleciendo los equipos académicos y abriendo espacios para que los jóvenes investigadores se adentren en líneas y equipos bien consolidados.

La unión y colaboración en metas comunes siempre nos hará más fuertes y podremos acometer proyectos más ambiciosos para nuestros países. Este libro solo es una pequeña nota de sonido de lo que ambos grupos unidos pueden alcanzar en una sinfonía creativa.

Abrimos la puerta al lector, nada más traspasar este umbral del prólogo, a las interesantes propuestas docentes sobre qué son y cómo trabajar los robots en los centros educativos.

En Málaga, a 24 del mes de junio del 2021.

Dr. Manuel Cebrián de la Serna

Vicerrector de la Universidad Internacional de Andalucía y Catedrático de Tecnología Educativa de la Universidad de Málaga, España.

Presentación

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el ámbito educativo, han demostrado ser un aliado para innovar las prácticas en el aula. La introducción de la tecnología como agente mediador propicia en el educando la capacidad de colaborar, ser críticos, creativos y resolver problemas. La robótica educativa es una herramienta que favorece el aprendizaje interdisciplinario que motiva a los estudiantes a un aprendizaje vivencial y activo. Actualmente, en el ámbito educativo existen varias propuestas de *kits* de robótica que son apropiados para la generación de ambientes de aprendizajes innovadores. El introducir a docentes, niños y jóvenes en el mundo de la robótica y la programación, no solo favorece el aprendizaje instrumental de la tecnología, sino el desarrollo de un conjunto de habilidades como: pensamiento lógico, el facilitar la comprensión de conceptos abstractos, la colaboración, potencializar las metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, retos y problemas, entre otros beneficios.

Por tales motivos, el objetivo de este libro es ofrecer un panorama didáctico-pedagógico de la integración de la robótica educativa en el aula. Así como exponer las ventajas del uso de la tecnología en la educación básica (preescolar, primaria y secundaria para el caso de México). Se orienta a los docentes que estén interesados en innovar sus prácticas mediante el uso de esta tecnología, es así que presenta un conjunto de metodologías, actividades y experiencias para trabajar la robótica educativa en el aula desde una perspectiva interdisciplinaria.

El presente libro es parte de la iniciativa del proyecto de investigación “Escenarios de integración de TIC en pro del aprendizaje: Robótica educativa” del cuerpo académico Gestión, innovación educativa y tecnología de la Universidad de Guadalajara y en colaboración con el grupo de investigación GTEA de la Universidad de Málaga, España.

La organización del libro se dividió en tres secciones donde primeramente se presenta un panorama general de la robótica educativa en el contexto pedagógico-didáctico, para dar continuidad a una sección práctica y orientadora con estrategias específicas, al mismo tiempo, una recopilación de tres experiencias en distintos niveles educativos.

En la sección de **Visión educativa de la robótica** se encuentra el primer capítulo, “Antecedentes y fundamentos de la robótica educativa” en donde se abordan algunos antecedentes y fundamentos de referencia conceptual de la robótica educativa. Igual se plantea la relevancia de involucrar a niños y jóvenes en actividades tecnológicas para el desarrollo de competencias digitales, la comprensión de la ciencia y la tecnología de manera vivencial.

El capítulo dos “Modelos pedagógicos asociados a la robótica educativa” presenta, de manera breve, los principales constructos teóricos que sustentan los enfoques constructivistas y construccionistas que se asocian con la puesta en práctica de la robótica educativa en el aula, con la finalidad de incorporarlos al contexto escolar de una manera formal en el currículo.

Mientras que en el capítulo tres “Metodologías didácticas para integrar la robótica en el aula” se explican diversas metodologías asociadas a la robótica educativa como el aprendizaje basado en problemas, proyectos, estrategias cooperativas, aprendizaje basado en retos y gamificación.

En la sección dos **Robótica educativa y aprendizaje**, se pretende proponer una visión práctica de la robótica; por tal motivo, el capítulo cuarto “Los robots y su programación” tiene como objetivo describir la parte técnica del uso de los robots y las diferentes herramientas de programación. En caso se presenta el funcionamiento del robot *mBot* y el uso de la herramienta *mBlock* como una herramienta intuitiva y visual para la programación por bloques de un robot.

El capítulo quinto “Sugerencias prácticas para integrar la robótica educativa en el aula” presenta un conjunto de diez prácticas cuyo objetivo es utilizar la robótica para el aprendizaje de ciencia, tecnología, principios de ingeniería, arte y matemáticas (STEAM).

Por último, la sección **Integración de la robótica educativa en el aula** presenta tres prácticas de inclusión de la robótica educativa con el fin de ofrecer un mosaico de aplicación en diversos niveles educativos. Por lo que el capítulo sexto “Experiencias prácticas de robótica educativa en Secundaria y Bachillerato” presenta la propuesta basada en el aprendizaje a través de vivencia y el trabajo colaborativo. Mientras que el capítulo “Experiencia de los aprendizajes STEAM a través de talleres de robótica para niños” describe los talleres de robótica para niños en un rango de edad

de educación Primaria. Para finalizar, el capítulo “La robótica educativa en Educación Infantil: una propuesta de experiencia innovadora con Escornabot” tiene como objetivo ejemplificar el uso del robot en la etapa de Educación Infantil (3 a 6 años) a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR).

Los diversos autores de los capítulos del presente libro consideramos que se aborda la robótica educativa desde varias perspectivas que permite a los lectores reflexionar y profundizar sobre su inclusión en la educación básica, por lo que aporta elementos para debatir sobre sus beneficios en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Capítulo 1

Antecedentes y fundamentos de la robótica educativa

Pablo Huerta Gaytán¹

¹ Profesor del Centro Universitario de los Altos Universidad de Guadalajara, phuerta@cualtos.udg.mx

Resumen

Con el propósito de conocer y precisar parte de los fundamentos teóricos de referencia, en este capítulo se establece el origen y parte de los antecedentes en torno a la robótica educativa, para luego considerar algunos planteamientos asociados que de alguna u otra manera repercuten en el proceso de justificar y promover la robótica como parte de la tecnología aplicada en la educación. Se presentan los conceptos asociados a la robótica educativa como son el aprendizaje STEAM, el pensamiento computacional y la cultura maker desde el paradigma aprender haciendo. Igual se considera importante precisar parte de los argumentos de referencia histórico conceptual, a partir de las aportaciones de Jean Piaget quien sustenta el funcionamiento de la inteligencia, el concepto de esquemas, el proceso de equilibración y las etapas del desarrollo cognitivo. Se destaca el constructivismo como una de las corrientes pedagógicas fundamentales que da origen a los postulados de integración de la robótica en la educación.

1. Antecedentes

Por naturaleza, el ser humano a partir de sus innatas facultades siempre ha tenido el afán de saber y al mismo tiempo el afán de comunicar, de esta manera, se pudieron dispersar los conocimientos a través del tiempo por todos los confines de este mundo. Eso ha permitido a las sociedades desarrollar su forma de vida, mejorarla en todos los aspectos e indudablemente lo ha conseguido gracias al proceso de la comunicación, cuyo concepto personal, implica un acto social primario de intercambio de significados, con propósitos definidos, que provoca la interacción humana y hace posible todos los demás procesos sociales.

En ese sentido, se comprende que a partir de la gestión, análisis, evaluación y atesoramiento de saberes, se difunden e incrementan las innovaciones en distintos ámbitos del amplio contexto del quehacer humano, así han avanzado los conocimientos para solventar las necesidades individuales y sociales, desarrollar la tecnología, implementar políticas en favor de la población para facilitar hoy mediante la globalización mundial imperante, diversos paradigmas referidas a la economía, multiculturalidad e intercam-

bios comerciales entre todos los países, pero sobre todo los que a través de la ciencia, aplicaciones en la tecnología y en la educación, han tenido cada vez mayor impacto en el desarrollo de esa capacidad hacedora, creatividad e innovaciones puestas en práctica por el ser humano.

Fue así por ejemplo que los griegos y egipcios, basados en la mecánica e ingeniería, utilizaron indistintamente la palanca, los ejes, la rueda, las poleas y los engranajes para dar movimientos a algunas estatuas. Con sobrada razón esto lleva a considerar que desde la antigüedad se percibe la intención de crear máquinas autómatas que sean capaces de realizar acciones propias del ser humano.

Al tratar de establecer el origen del robot, no se pueden ignorar las aportaciones de algunos autores que consideran y se coincide en que a través de la historia el hombre siempre ha tenido la intención de propiciar movimiento a lo inanimado, así por ejemplo, Galán (2016) reconoce y precisa que: “Unido al progreso mecánico, científico, tecnológico y electrónico, dieron lugar a los autómatas, aparatos que imitaban la apariencia y movimientos de un ser vivo. Estas máquinas son el antecedente directo del robot” (p. 11).

Se sabe que durante el siglo I d. C. fue cuando se empezaron a registrar los primeros aparatos autómatas, tal fue el caso del teodolito que, desde entonces, se utilizaba y todavía sirve para medir ángulos, distancias y desniveles; posteriormente surge el odómetro que se utiliza para precisar y medir las distancias que se recorren. Otro dato referido al surgimiento de la robótica data del siglo XVIII mediante los recursos mecánicos-robóticos que propició el progreso socioeconómico durante la Revolución Industrial al desarrollar, lo que algunos teóricos señalan, como periodo o etapa de la comunicación del hombre con las máquinas mismas que, de acuerdo con Romero (2012), ya no ayudaban mucho porque cada vez más sustituían la mano de obra y al mismo tiempo se resentía el medioambiente pues la construcción de las máquinas requerían cada vez mayor explotación de diversos recursos naturales.

Conforme la consulta de diferentes fuentes y textos, todo parece indicar que la palabra robot se origina luego de la presentación de una obra de teatro escrita por Karel Capek en 1920, misma que fue escenificada en 1921 con el título de *RUR (Rossum's Universal Robots)*. Aunque muchos

investigadores coinciden que el término deriva de “robota”, palabra que se origina en Checoslovaquia cuyo significado se refiere a una máquina robot capaz de reemplazar el trabajo humano. Pero la palabra robótica como tal deriva del término “robot” a raíz de la novela *Yo, Robot* creada por el escritor de ciencia ficción Isaac Asimov, así lo da a conocer (Lopes Guedes, *et al.*, 2015).

Sin embargo, también admiten versiones de otros autores como Ayres (2007) y Robolivre (2013) quienes aseguran que el nombre de robot no fue creado en homenaje al escritor Asimov, pues tal parece que esta palabra deriva del Paso Avanzado en Movilidad Innovadora como el “Qrio”, “Sony” y “Robonaut”, un robot creado por la NASA como apoyo de los astronautas en la Estación Espacial Internacional para realizar actividades en vehículos adicionales, los cuales también fueron relevantes y por eso se citan como robots humanoides diseñados para interactuar con los seres humanos.

Los robots se han programado para realizar muchas y distintas actividades dentro de los hogares y con eso las personas logran aprovechar mejor su tiempo. Según López Ramírez *et al.* (2013), a partir de tales contextos las perspectivas de la robótica apuntan hacia la creación de andróides que puedan incluso imitar desde la manipulación de diversos objetos, incluso hasta la forma de caminar de las personas.

Es innegable que “la robótica es una de las expresiones de la tecnología cuya aplicación se ha extendido a diversos contextos de la vida del hombre” (López Ramírez, *et al.*, 2013, p. 44). Aparte de su eficiente aplicación en la industria, se ha utilizado indistintamente en muchas otras áreas del amplio campo del quehacer humano, por ejemplo, para mejorar los vuelos no tripulados y para dar continuidad al estudio del mundo submarino; también con los robots se facilita la exploración del espacio exterior y sobre todo, por los múltiples beneficios cada vez más palpables que trae consigo la integración de la robótica educativa en el ámbito didáctico-pedagógico para el logro de competencias y distintos cometidos de los aprendizajes.

Según datos alusivos, en HiSoUR, una plataforma sin fines de lucro, en su sección de informática, educación y tecnología, precisan que la robótica educativa tiene como objetivo principal “proporcionar un conjunto de experiencias para facilitar el desarrollo de conocimientos, habilidades y

actitudes del estudiante para el diseño, análisis, aplicación y operación de robots” (HiSoUR, s. f., pp. 3).

En definitiva, de acuerdo con la información compilada, se reconoce que la robótica educativa tiene su origen en la década de los 60 a partir de las aportaciones de un grupo de investigadores del Laboratorio de Medios del Instituto de Tecnología de Massachusetts que implementaron diversos dispositivos tecnológicos con el propósito de que los niños interactuaran y programaran para ayudarse a resolver pequeñas tareas.

Actualmente, la robótica ha tomado importancia en las comunidades educativas como un medio de y para el aprendizaje, porque se ha agregado como una asignatura en las instituciones educativas o como recurso de actividades extraescolares para que los niños adquieran diversas habilidades tecnológicas. Esto ha llevado a la organización de diversos torneos y competencias a nivel mundial como los que organizan la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (SOLACyT), First LEGO League, Torneo Nacional VEX Robotics IQ y RoboRAVE, por citar algunos. De este modo, la robótica educativa ha tomado un carácter pedagógico y multidisciplinario para que los niños y jóvenes se involucren en el desarrollo tecnológico e incursionen en la programación.

Es un hecho inobjetable que el desarrollo de la tecnología ha impactado en la historia del conocimiento. Por eso, en la educación se requiere tener muy en cuenta la capacitación y uso adecuado de robots, de manera crítica, ética y responsable para no distorsionar el papel que los docentes tienen como formadores del saber y hacer de los dicentes.

Al respecto, autores como López Ramírez *et al.*, (2013) advierten que “algunas de las aplicaciones de la robótica, deja ver la urgente necesidad de la educación de los jóvenes en el conocimiento, uso, análisis, adaptación, diseño y construcción de robots” (p.3). Esto implica no descuidar la alfabetización digital para asegurar su buen uso y reflexionar sobre las ventajas, desventajas y su adecuada adaptación a cada contexto social.

Después de realizar un análisis acerca de los robots en la educación, Jacek Malec (2001), citado por López Ramírez *et al.*, (2013) sugiere clasificarla en: Robótica en educación y robótica para la educación. Con ello establece dos enfoques, uno para el aprendizaje de la robótica y otro para su utilización en aprendizajes de diversas áreas del conocimiento. De esta

forma, se puede observar que la robótica, como producto de la tecnología, nos lleva a considerar por un lado el saber y por otro el hacer del propio robot; es decir, implica como lo han señalado otros autores, emplear el conocimiento en distintas áreas para diseñar, construir, ensamblar el robot y ponerlo en funcionamiento con fines concretos.

Para la educación, la robótica generalmente se enfoca en utilizar plataformas alusivas para la creación de entornos de aprendizaje, cuyo objetivo principal es el desarrollo de competencias en diferentes áreas de conocimientos. Por lo que la construcción y programación del robot despierta el interés y motivación en los estudiantes.

La robótica educativa cada vez más se incorpora en las instituciones educativas del mundo, así lo reconocen autores como Quintanilha (2008), quien citado por Lopez *et al.* (2013), precisa que en Alemania el 100 % de las escuelas públicas ya han incorporado la robótica con fines educativos; aunado a esta tendencia están países como Inglaterra, Italia, España, Canadá y Estados Unidos de América cuyas instituciones y planteles alusivos van en la misma dirección. Por su parte, algunos de los países latinoamericanos también ya iniciaron con diversas acciones, distintos procesos para adoptar dicha tecnología en el terreno educativo.

En una nota periodística del diario *El Informador* de Guadalajara publicada el 5 de abril de 2017 y actualizada el 24 de enero de 2018, se afirma que las escuelas tanto públicas como privadas han integrado la robótica educativa en sus plantillas curriculares y de esta forma se puede decir que en México ya forma parte de la educación elemental.

Se destaca que los avances de la tecnología han impactado a niños y adolescentes, además, los datos que se dan a conocer precisan que la división de LEGO Education en México distribuyó 14 mil equipos de trabajo en todo el país también, según afirmaciones del gerente de proyectos y marketing de esa empresa, la penetración de esta marca ha logrado llegar a 300 planteles de nivel primaria y preescolar en Jalisco (Informador.mx, 2017).

Fue hasta 1999 cuando se incorporó LEGO en el mercado de México. Hasta 2017, la división de esta marca trabajaba entonces con 1,200 escuelas en toda la República Mexicana con paquetes de trabajos dirigidos a desarrollar diversos prototipos tecnológicos cuyo uso, según la información, lleva a considerar diferentes cambios en las formas de percibir el mundo.

Por su parte, autores como González *et al.*, (2021) establecen con precisión que en México se comenzó a adoptar dicha tecnología en la educación básica y concretamente refieren:

La Secretaría de Educación Pública en algunos estados de la República Mexicana ya ha realizado pruebas piloto en escuelas públicas con el objetivo de generar estudios para medir el impacto del uso del robot con fines didácticos. De este modo ya se puede valorar la pertinencia de su integración en el currículum, con el propósito de consolidar las habilidades de los alumnos en ciencia, matemáticas y tecnología. Igual destacan diversas acciones como algunos cursos extracurriculares y distintas ferias de robótica organizadas por instituciones externas a la educación formal (p. 2301-2).

En su trabajo después de consultar varios documentos y textos, se ha visto que la educación robótica también llamada robótica pedagógica, cada vez abre más posibilidades, sin embargo, algunas áreas todavía siguen inexploradas y se incluye específicamente el campo de la investigación, lo que ciertamente ha originado también una transformación en los planteles educativos. González *et al.* (2021) en su estudio, destacan los beneficios de la robótica educativa “en cuanto al desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas” (p. 2301-9) y dan cuenta de las metodologías didácticas empleadas en distintos aprendizajes basados en problemas y en proyectos del aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico, pero todas ellas indistintamente están relacionadas con teorías construccionistas.

También se destaca que la adecuada integración de la robótica educativa favorece al aprendizaje, puesto que son herramienta didáctica que permite el desarrollo de un conjunto de capacidades y destrezas con una visión multidisciplinaria (Bravo y Forero, 2012). Aunado a lo anterior, se detecta que cuando a los niños se les presenta esta herramienta, propicia la motivación y generación de expectativas en torno a la aplicación de la robótica de manera interdisciplinaria. Por lo tanto, se favorece la creatividad, así como el desarrollo tanto de habilidades cognitivas como manuales.

2. Principios asociados a la robótica educativa

A la robótica educativa se le asocia con el aprendizaje STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics) que fortalece en los infantes, entre otros valores personales, la confianza y el sentido de organización. Recientemente se le agregó una A para incluir el concepto artes, ahora es STEAM. De acuerdo con Yakman (2008), el arte es una extensión y abarca, además de las bellas artes, el lenguaje y algunas expresiones de las ciencias sociales o hasta de las artes físicas.

En el aprendizaje STEAM se implementó el uso de la robótica educativa para intentar promover y adquirir competencias científicas-técnicas para el desarrollo de la creatividad y la innovación; genera asimismo aprendizajes más creativos y motivadores que aumentan el interés de los alumnos por desarrollar sus habilidades creativas para cooperar y resolver problemas (Ruiz *et al.*, 2017). La investigación de Sánchez (2019) asocia al aprendizaje STEAM las competencias de capacidad independiente y espíritu emprendedor; mayor sentido de colaboración con tendencia a mejorar, tanto la comunicación como el conocimiento. La utilización de la tecnología, con el propósito de generar mayor creatividad y la innovación, promueve el diseño y fabricación de diversos productos; así como el pensamiento crítico para la resolución de problemas.

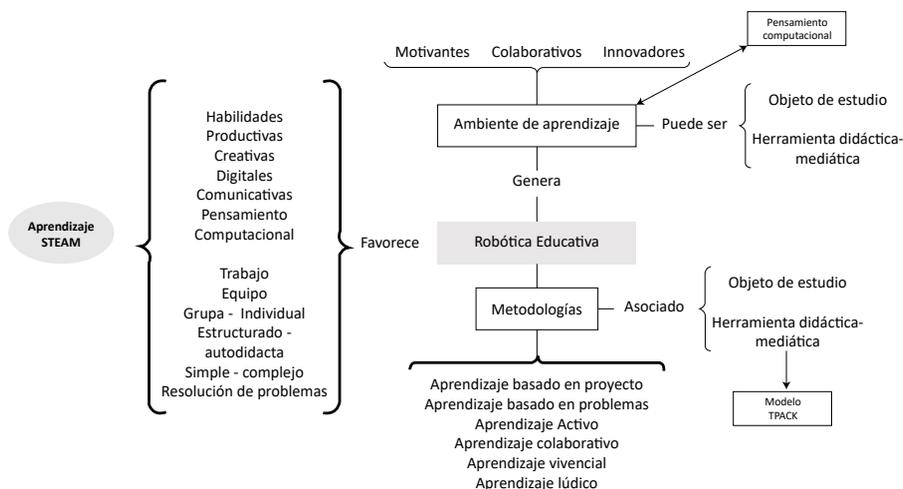
Otro de los conceptos asociados a la robótica educativa es el pensamiento computacional que Wing (2006) lo define como “habilidades y destrezas (herramientas mentales) habituales en los profesionales de las ciencias de la computación, pero que todos los seres humanos deberían poseer y utilizar para resolver problemas, diseñar sistemas y, sorprendentemente, comprender el comportamiento humano” (p.173). Por tal motivo, el pensamiento computacional se asocia con la robótica educativa ya que permite el desarrollo de habilidades del pensamiento algorítmico, el resolver problemas mediante la tecnología del robot.

Al integrar el pensamiento computacional, el aprendizaje STEAM y la robótica educativa refuerzan la filosofía maker. Halverson y Sheridan (2014) los consideran como espacios en los que se unen las personas interesadas en la producción creativa e innovadora de todo tipo de artefactos digitales para compartir ideas y creaciones. De acuerdo con Anderson

(2012), la aplicación del movimiento maker en la educación debe de realizarse bajo el paradigma de aprender creando conocimiento a través del acto de construir.

Cabe mencionar que el movimiento maker en la educación es un concepto ligeramente más actual que la robótica educativa, sin embargo, ambas tienen raíces similares como es el aprendizaje activo, el constructivismo y el construccionismo derivado de los aportes de Piaget (1977), Vigotsky (1978) y Dewey (1929).

Figura 1. Mapa de términos asociados al concepto de robótica educativa



Fuente: González *et al.* (2021)

En la figura 1. Mapa de términos asociados al concepto de robótica educativa elaborado por González *et al.* (2021), se destacan relaciones entre las diferentes metodologías y modelos pedagógicos como el construccionismo y el constructivismo. Además de la relación con el pensamiento computacional en un ambiente que propicia, además de motivación, la innovación y la colaboración. Entonces, dentro del contexto de este proceso de aprendizaje se toma en cuenta la cooperación, solidaridad respecto a las ideas de los otros con apego a los valores fundamentales como el bien común y el desarrollo armónico individual.

La robótica educativa está directamente inmersa y fundamentada en la corriente pedagógica del constructivismo, pues se pretende que el alumno

construya sus propios conocimientos, claro que con el apoyo y guía del docente; no es una tarea fácil y requiere de la intervención, desde luego, con mucha responsabilidad, por parte del maestro. Las metodologías activas se asocian considerablemente a la robótica educativa puesto que las estrategias que privilegian las actividades con los robots propician que el estudiante se posicione de manera constructiva en los aprendizajes que bien pueden ser aquellos que estén basados en la resolución de problemas, en la elaboración de proyectos, en el cooperativo y, entre otros, el aula investida que, de cierta manera, implican retos en torno a los principios que emanan de la propia postura del construccionismo Ruiz *et al.*, (2017).

De esta forma, se asocia a lineamientos constructivistas porque, como ya se dijo, tiene sus bases en los fundamentos de Piaget (1977) quien explica los procesos mentales superiores y su relación con la conducta humana. Sus aportaciones han apoyado a comprender cómo es que el ser humano construye modelos mentales y cómo influye la herencia y las interacciones sociales en el aprendizaje del educando. Igual sus aportes ayudan mucho para conocer mejor, por ejemplo, la relación que tiene la inteligencia con la construcción de esquemas, así como los procesos mentales que él mismo sugiere o plantea mediante el equilibrio y acomodo para la construcción de conocimiento.

El constructivismo, aparte de las opciones epistemológicas, es una de las estrategias educativas que facilita abordar modos sugerentes en torno al desarrollo y conducta del ser humano. De hecho, se puede concebir como una herramienta del conocimiento que favorece los aprendizajes, impulsa o puede inspirar a los docentes a formular y, por qué no, a sugerir propuestas de nuevos modelos, diferentes técnicas pedagógicas o empleo de recursos que ayuden a incentivar, idear y generar diversos métodos creativos para múltiples saberes teóricos, competencias, aprendizajes o conocimientos, incluso generar mayor interés por la investigación.

En este sentido, la concepción constructivista según la percepción y en coincidencia con otros autores, “se sustenta en la idea de que la finalidad de la docencia que se realiza en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece” (Oviedo, 2004).

Ahora bien, para entender mejor el papel de la robótica educativa en las aulas, es necesario reconocer que los recursos simbólicos como mapas,

lenguaje escrito, audiovisual, música, matemáticas y la informática, funcionan como mediadores del conocimiento de la realidad, es decir, por sus propias características y la relación que tienen con la misma realidad simbolizada, ofrecen una posibilidad de tratar indistintamente dicha realidad.

Como se ha demostrado en muchos otros trabajos alusivos, mediante el uso de la computadora y de la robótica educativa se despierta o aumenta la motivación de los alumnos al considerarse y sentirse no solo protagonistas, sino autores de lo que hacen, se dan cuenta de lo que producen y hasta cierto grado pueden controlar la información o sentirse más involucrados en los proyectos que realizan.

Odorico (2004) destaca tres características básicas al utilizar la computadora: Permite la interacción con los alumnos porque contesta de forma inmediata, o sea, facilita el diálogo con el usuario; individualizan el trabajo porque se adapta al ritmo de cada uno y son fáciles de usar, claro, siguiendo las reglas que los programas tienen para funcionar.

En los *software* correspondientes para ser funcionales en la aplicación de la robótica educativa, deben estar determinados los modos y formas de usos, las características y adecuaciones del contexto y la manera de organizar actividades para los aprendizajes contemplados y así lograr los cometidos específicos de la educación.

En consecuencia, no se pueden dejar de lado, sino más bien adecuar convenientemente, si no todas, algunas de las funciones a través de la computadora que ciertos autores como Marqués (1996) y Del Moral (1998) citados por Odorico (2004), precisan en este orden:

- Informativa, estructurada de la realidad.
- Instructiva, orientada a los aprendizajes conforme los objetivos.
- Motivadora, que los estudiantes se sientan atraídos y retengan su interés.
- Evaluadora, por lo general los programas indican y hasta corrigen errores de los alumnos, ofrecen una evaluación continua.
- Investigadora, hay programas que también facilitan acciones de búsqueda de información, relacionan conocimientos, concluyen, comparten y difunden la información, etcétera.
- Expresiva, los alumnos se comunican y expresan a través de la computadora.
- Metalingüística, se aprenden lenguajes de la informática.

- Lúdica, cuenta con muchas connotaciones lúdicas, aparte de los programas alusivos.
- Innovadora, supone una tecnología de reciente incorporación en las aulas.
- Creativa, desarrolla los sentidos de observación percepción y sensibilidad, también propician la imaginación, curiosidad, intuición y fantasía.

Sobre el uso de la robótica educativa y su aplicación metodológica en las aulas de primaria, Carrasco Orozco (2017) en su trabajo de grado (2015-2016) en educación primaria, luego de observar pequeños y sutiles cambios en las aulas y estudiantes de los colegios de primaria en España (ella fue testigo de la compra y dotación de material tecnológico en apoyo a las clases), afirma categórica en su trabajo que todo esto ha tenido un impacto ínfimo en la forma en la que concebimos la educación. También enfatiza la propuesta de la robótica educativa en la primaria como método para que los alumnos trabajen competencias enfocadas en el pensamiento crítico, la creatividad, el respeto y el trabajo colaborativo, importantes para su futuro y consecuente desempeño en una nueva sociedad.

La integración de la robótica en la educación básica, entre otras múltiples ventajas, propicia el desarrollo de habilidades y pone en práctica un conjunto de destrezas como pueden ser el adecuado manejo de competencias digitales por parte de los educandos, ligadas al conjunto de conocimientos específicos de acuerdo con la materia de que se trate, el área disciplinar o contenido curricular, según sea el programa educativo. Entre las acciones innovadoras que se pueden considerar bajo este panorama, destaca la incorporación de la robótica educativa en la generación de ambientes de aprendizaje que involucren acciones activas de alumnos y profesores para el desarrollo de competencias.

El reto de la docencia actualmente es proporcionar las claves para encontrar, procesar y crear información a través de diferentes medios. Por lo tanto, es necesario desarrollar la robótica educativa en planteles de nivel básico, fomentar diversos conocimientos, así como el desarrollo de aptitudes, habilidades y actitudes a efectos de conseguir las competencias requeridas, conforme los objetivos de aprendizaje previamente planeado.

En definitiva, se pueden destacar entre los principales fundamentos asociados a la robótica educativa, aquellos que se apeguen al enfoque

constructivista como modelo pedagógico autoestructurante. Así, en el cometido de aprendizajes específicos y consecución de competencias en cualquier proceso educativo, independientemente de la materia o saberes teóricos que implique el conocimiento, pero que obviamente requiera considerar la competencia cognitiva y capacidad de aprendizaje, la actividad mental constructiva, la asimilación y condiciones del aprendizaje significativo, el significado y su sentido, la parte sociocultural del desarrollo comunicativo e interacción para llegar a la socialización, capacidad de aprendizaje y el espacio adecuado para la enseñanza.

Referencias

- Ayres, M.(2007). Conheça a história dos robôs. <http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm>
- Anderson, Chris (2012). *Makers. The New Industrial Revolution*. New York: Crown Publishing Group
- autor, S. (s.f.). *www.hisour.com*. Obtenido de <https://www.hisour.com/es/educational-robotics-43004/>.
- Bravo, F. Á.S., Forero, A.G. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 13(2), 120-136.
- Carrasco Orozco, M. (2017). Robótica educativa: aplicación metodológica en las aulas de primaria. Acevedo. (2020). *UNESUM-Ciencias*, 39-49.
- Dewey, J. (1929). The quest for certainty.
- El Informador (5 de abril de 2017). La robótica se convierte en parte de la educación elemental en México. *El Informador*. <https://www.informador.mx/Economia/La-robotica-se-convierte-en-parte-de-la-educacion-elemental-en-Mexico-20170405-0148.html>
- Galán Cruz, P. (no precisa de junio de 2016). La Robótica Educativa en *Educación Infantil. Relidades y Limitaciones*. Trabajo fin de grado. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- González Fernández María Obdulía, F. G. (2020). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje. *Revista EUREKA sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301.

- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504. Doi: <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Lopes Guedes, A., Lopes Guedes, F., & Guedes Laimer, A. C. (2015). Experiencia de robótica educativa. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 193-204.
- López Ramírez, P. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista EDUCACIÓN*, 21.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, Vol. 1(3), págs. 34-46.
- Oviedo, P. M. (2004). La docencia como recreación y construcción del conocimiento. Sentido pedagógico de la investigación en el aula. *SciELO Analytics - Perfiles educativos*, 8-9.
- Piaget, J. (1977). The development of thought: Equilibration of cognitive structures. (Trans A. Rosin). Viking.
- Robolivre. (2013). História da Robótica. <http://robolivre.org/conteudo/historia-da-robotica>.
- Ruiz, F.V. (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, Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera.
- Sánchez, E.L. (2019) La educación STEAM y la cultura «maker». *Journal of Parents and Teachers* (379), 45-51.
- Vigotsky, L.S. (1978). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: La Pleyade.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. En *Pupils Attitudes Towards Technology (PATT)* (págs. 35-358). Editorial Universitat.

Capítulo 2

Modelos pedagógicos asociados a la robótica educativa

Juan Martín Flores Almendárez¹

¹ Profesor del Centro Universitario de los Altos Universidad de Guadalajara, jmflores@cualtos.usg.mx

Resumen

Las metodologías didácticas asociadas a la robótica educativa surgen de los principios pedagógicos de las corrientes tanto constructivistas como construccionistas, en ambos enfoques, se parte de la premisa de que el estudiante es el foco del aprendizaje activo, como elemento principal en el escenario educativo donde se integran dichos robots.

En el presente capítulo se abordan de manera breve los principales constructos teóricos que sustentan dichos modelos o enfoques pedagógicos y cómo estos se relacionan o asocian con la puesta en práctica de la robótica educativa en el aula, con la finalidad de incorporarlos al contexto escolar de una manera formal en el currículo y así promover entre los estudiantes el desarrollo de habilidades del pensamiento, lo cual les permitirá movilizar, entre otras competencias, las duras para sus respectivos procesos de aprendizaje, así como las de comunicación, relaciones personales, actividades colaborativas, interacción y la creatividad, entre otras.

1. Contextualización

La robótica educativa se presenta como una propuesta pedagógica alternativa en el presente siglo XXI que motiva a los estudiantes a participar, y en este contexto, a construir su propio conocimiento a través del aprendizaje basado en problemas y proyectos entre otras metodologías y enfoques académicos, además de enriquecerse con actividades lúdicas; cuya finalidad es potencializar el propio aprendizaje de los alumnos.

Para poder precisar un poco, iniciaré por conceptualizar qué se entiende como modelo pedagógico, visto este como un programa o guía de estudios que sirven de referencia o brújula para el docente, con la finalidad de que este enseñe de una manera correcta; según coinciden en sus premisas las diferentes teorías pedagógicas.

El modelo pedagógico tiene un componente interdisciplinar, se nutre principalmente de constructos aportados por la sociología, psicología y antropología; entre otras razones, por su alto sentido de vocacionamiento humanista; que a su vez hacen una mirada a dimensiones diferentes: social, individual y cultural, respectivamente, la que fijan de antemano una

postura hacia el currículo, moldeándolo en su estructura y propósitos más relevantes para luego ser llevados a la praxis educativa. Esto no quiere decir que la teoría pedagógica siga un rigor disciplinar, todo lo contrario, pretende resolver preguntas que habitan en cada una de estas de manera ínter, multi y transdisciplinar.

Es innegable que en la epistemología de los diferentes modelos pedagógicos, el binomio hombre-sociedad guía su concepción, ya que independientemente de la etapa educativa en la que incida, se tiene presente la necesidad de articular los intereses y necesidades de los educadores, con la premisa del ciudadano que se desea formar como sociedad, lo cual da como resultado en el modo de actuación profesional pedagógica de los formadores.

En este sentido, para Posner:

La teoría pedagógica intenta resolver, coherente y sistémicamente, preguntas como: “¿qué tipo de hombre se quiere educar?, ¿cómo crece y se desarrolla el hombre?, ¿con qué experiencias?, ¿quién dirige el proceso educativo, el maestro o el alumno?, ¿con qué métodos y técnicas se puede alcanzar mayor eficacia? Citado por (Cantor y Altavaz, 2019, p.2).

En este tenor, el propósito de los modelos pedagógicos tiene como premisas fundamentales responder a las siguientes cuestiones: qué se debe enseñar, a quiénes, bajo qué procedimientos, en qué tiempos y bajo qué normativas para moldear ciertas cualidades y virtudes en los estudiantes.

Desde esta perspectiva y reflexión inicial, podemos concluir de forma *a priori*, que para la enseñanza aprendizaje de la robótica educativa, los enfoques pedagógicos que más responden y se adaptan a tal propósito son las corrientes constructivistas y construccionistas; ya que sus premisas son *ad hoc* a los supuestos del mundo contemporáneo.

Ahora bien, en la segunda década del s. XXI, en México, se percibe a la robótica como un novedoso campo de trabajo que integra, en la mayoría de las veces, tópicos aislados que se asignan a los estudiantes para ser analizados y aplicados en el aula, más como una moda tecnológica que como una acción estructurada en los diferentes niveles educativos; muchas veces teniendo su origen en la educación básica y hasta en el nivel preescolar, has-

ta su promoción educativa de forma transversal por los siguientes niveles medio hasta llegar con el bachillerato y la educación superior.

La robótica educativa se visualiza como una alternativa para potencializar un conjunto de competencias genéricas y transversal, pues esta se concibe como un recurso motivante para los estudiantes ya que los estimula a la participación espontánea por medio de la exploración e incita al aprendizaje a través del ensayo y error. De esta manera, se propician ambientes o entornos de aprendizaje en donde convergen la curiosidad y el pensamiento creativo, mediante los cuales facilitan la integración de los aprendizajes STEAM de forma interconectada con el currículo.

Para otros autores, la robótica es una herramienta que se incorpora de manera aislada al proceso educativo, ya sea por moda, por mercadotecnia educativa, entre otras tantas razones, y que cuando esto sucede, se hace de manera episódica y no vinculada al currículo formal del nivel educativo a incidir. Tanto la robótica como la tecnología brindan oportunidades para irrumpir prácticas tradicionales en la educación y así gestar innovaciones en la forma de estructurar la clase e impactar en el pensamiento de los estudiantes (Quiroga, 2018).

Los ambientes de aprendizaje que involucran la robótica educativa propician experiencias que fortalecen un pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal, además de coadyuvar a la consolidación de competencias cognitivas y procedimentales. Estas capacidades son requeridas en la resolución de problemas concretos, necesarias para dar respuesta a un mundo cambiante y complejo (Odorico, 2004).

Con las razones antes esbozadas, resulta importante acotar que el robot se convierte en una herramienta o medio en la robótica educativa, ya que estos se utilizan en las aulas desde los primeros niveles de formación de los estudiantes y se usan como mediación para ser aplicados en las diversas materias y ayudar a trabajar el aprendizaje basado en problemas de manera sencilla. En este sentido, los robots educativos promueven el desarrollo de las distintas competencias básicas e inciden en la motivación de los alumnos a profundizar en temas, además de coadyuvar a desarrollar habilidades blandas como las de sociabilización, iniciativa, creatividad, liderazgo y trabajo colaborativo (Quiroga, 2018).

En la robótica educativa se une lo lúdico con el conocimiento, logrando que los estudiantes comprendan los contenidos curriculares al verlos materializados en proyectos que implican diseño, construcción, programación y pruebas, los cuales generan procesos de investigación (Quiroga, 2018, p. 62).

Los principios del constructivismo se remontan a teóricos como Piaget, Vygotsky, Ausubel, Jonassen, Papert, entre otros; ya que estos personajes sentaron las bases sobre el cual hoy nos permitimos reflexionar sobre el constructivismo y la diversificación que este ha llevado hacia otros modelos o enfoques más contemporáneos como el socioconstructivismo y el construccionismo. De acuerdo con Paper, el construccionismo es una evolución del constructivismo desde una perspectiva colectiva y social, esta postura privilegia la actividad colectiva por sobre la actividad personal.

El constructivismo se centra en la premisa de elementos como el empoderamiento del estudiante como responsable de su propio proceso de aprendizaje, privilegiando en este procesos de orden superior como el aprendizaje sobre la enseñanza, y especialmente por el sentido que se otorga a la nueva información que se recibe de forma permanente del entorno próximo y remoto. En este sentido, el proceso de aprendizaje se focaliza en la manera como se filtra, procesa o reactiva la información, a partir de una base cognitiva previa, con la cual se facilita construir o reconstruir el conocimiento, atribuirle significados, con el propósito de integrar a su acervo cognitivo como propia, o bien, adicionarla a los conocimientos previos (Aparicio, & Ostos, 2018).

En las últimas décadas del s. XX, el proceso de aprendizaje centrado en el estudiante toma un énfasis especial, entre otras cosas porque teóricos como Piaget humanizan las aportaciones de la ciencia, destacando el rol del aprendiz en los métodos de verificación y cómo este adquiere un papel activo y dinámico con su espíritu crítico y constructivo. Simultáneamente, Vygotsky coincide con Piaget en el cambio de paradigma de las prácticas educativas tradicionales fundamentadas en el conductismo, al destacar la interacción entre estímulos y respuestas y describir que el aprendizaje real es consecuencia de la interacción social y la reconstrucción interna del sujeto, en lo que él enunció como zona de desarrollo próximo.

En este tenor, según las premisas del modelo constructivista, las experiencias previas de la persona se convierten en el andamiaje sobre el cual se construirán los nuevos constructos cognitivos, los cuales tienen una representación mental que está ligado de manera estrecha y directa con el objeto del conocimiento. Pero a su vez, este nuevo conocimiento se promueve a través de la interacción social con las demás personas, el entorno y la cultura. Es decir, Piaget y Vygotsky destacan la actividad como origen del desarrollo cognitivo. Piaget privilegia la relación del individuo con el mundo material, mientras que el segundo, destaca la interacción interpersonal a través de la razón, la afectividad y los instintos.

Estas dos grandes aportaciones sirvieron de base para que Papert evolucionara el concepto de constructivismo, al ser de los primeros en destacar el proceso de aprender a aprender. Este autor hace énfasis en que los estudiantes se hacen conscientes de sus habilidades y son estos quienes identifican las herramientas cognitivas pertinentes para su propio proceso educativo, en función de la exigencia del nivel de desarrollo. En la construcción del conocimiento, observamos relaciones de interdependencia entre este y el contexto; así como en la interacción del sujeto con su entorno, las cuales se materializan en las relaciones que entre pares dan como resultado la significatividad de su actuar con asertividad en las diferentes situaciones a incidir (Aparicio & Ostos, 2018).

El que el estudiante se involucre como responsable de su aprendizaje propicia que este genere un conjunto de relaciones entre sus esquemas para lograr conclusiones, esto implica una participación activa de manera creativa, así como en la construcción de productos (Pérez, 2013). El papel de los materiales concretos en el enfoque constructorista es esencial, ya que teóricos como Papert y Piaget afirman que “el constructor necesita materiales para construir, pero disienten de él respecto al papel que atribuye a la cultura como fuente de estos materiales” (Aparicio, & Ostos, 2018, p. 117). En este enfoque, el acompañamiento del docente como facilitador hace que la enseñanza en un solo sentido decline a favor del aprendizaje por descubrimiento y colaboración, el cual se logra, cuando el estudiante es cautivado por su asombro y satisfacción ante sus propios descubrimientos como resultado de la construcción activa del conocimiento que ha alcanzado con la resolución de los problemas que él mismo ha planteado.

El autoaprendizaje en oposición con el aprendizaje mecánico o repetitivo es uno de los elementos importantes en el construccionismo, por lo que desde esta postura los estudiantes logran aprendizajes por descubrimiento apoyados por su curiosidad de aprender. De acuerdo con Ferreyra (2014), las habilidades de autoaprendizaje deben permanecer a lo largo de la vida como una competencia básica en la actual sociedad del conocimiento. Aunado a estos principios está el aprender - haciendo, que Piaget destaca que en este proceso, el niño interactúa con el mundo y a partir de esta relación se construyen esquemas lógicos del mundo que lo rodea, y al mismo tiempo se logra mayor nivel de maduración en interacción con su entorno (Quiroga, 2018).

Bajo esta óptica de indagación natural, se puede decir que los niños se sienten atraídos y atrapados por los temas de la robótica como algo inherente a su condición de Nativos Digitales, por lo tanto, la educación actual le exige al docente cambiar aquellos viejos esquemas de enseñanza-aprendizaje con los que aprendimos y con los que después hemos enseñado. Esta nueva alternativa de trabajo en la educación nos proporciona la oportunidad y el reto de cambiar y transformar nuestra praxis educativa al presentar escenarios, juegos y materiales atractivos que contengan una intención educativa y ofrezcan a la par, aprendizajes significativos y para la vida real.

La robótica educativa con estas teorías o enfoques del aprendizaje fundamenta sus ideas principales en el proceso de construcción del conocimiento; bajo esta óptica, los yerros son vistos como parte importante del aprendizaje y no como fracasos, ya que invita al estudiante a buscar otras alternativas para solucionar los problemas, propiciando la metacognición, ya sea para identificar los errores y sobreponerse a estos, así como en la gestación de nuevas rutas de solución.

Si se desea construir ambientes de aprendizajes con robótica educativa es importante considerar los contenidos en los que impactarán las actividades propuestas, a partir de las preguntas básicas de Coll (1992) como son: ¿Qué enseñar?, ¿Cuándo se debe enseñar?, ¿Cómo enseñar? y qué, cuándo y cómo evaluar. Además de considerar estrategias inductivas donde el estudiante actúe ante situaciones reales, que sean significativas y lo pongan en el centro de su aprendizaje. Por lo que probablemente sea necesario actualización, investigación y experimentación por parte del docente.

Para concluir este apartado se puede destacar que tanto las posturas constructivistas y construccionistas conciben el aprendizaje como un acto social y que el individuo es constructor de su aprendizaje a partir de su realidad. Las diferentes formas en las que los sujetos acceden al conocimiento determinan sus formas de aprender ya sea en lo individual y social. A continuación, presento una breve síntesis sobre lo que sostienen ambas teorías para avanzar en sus convergencias y divergencias.

2. Constructivismo y construccionismo

2.1 Constructivismo

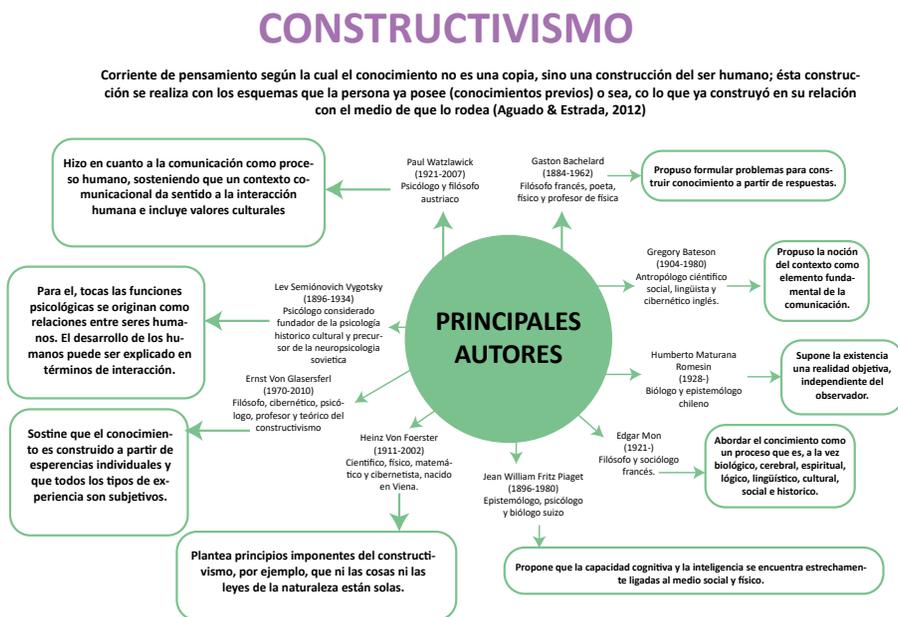
Este modelo o enfoque, data de mediados del siglo XX con los aportes de teóricos e investigadores de disciplinas diversas al campo educativo, ya que sus constructos tienen su origen en la física, las matemáticas, la biología, la psicología y la psiquiatría, entre otras; y en la actualidad siguen vigentes como marco de referencia en las mismas.

Se entiende por constructivismo a la corriente de pensamiento según la cual el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano; esta construcción se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que la rodea (Aguado, & Estrada, 2012, p. 358).

En la Figura 2, se puede observar de forma sintética a los principales autores y las contribuciones de estos para el corpus teórico del constructivismo.

El constructivismo centra el proceso de aprendizaje en la persona a partir de las experiencias previas y su interacción con otras personas y la realidad, así como en la interconexión de esquemas que dan como respuesta la construcción de nuevos aprendizajes (Parica Ramos, *et al.*, 2005). De acuerdo con Aguado y Estrada (2012), en el aprendizaje se entrelazan un conjunto de estímulos naturales y sociales que activan los procesos mentales a partir de experiencias y vivencias. Por lo que consideran al aprendizaje humano como una construcción interior y subjetiva.

Figura 2. Principales autores de la corriente epistemológica del constructivismo



Fuente: elaboración propia. Adaptada de Infoamérica (s.f.).

2.2 Construccinismo

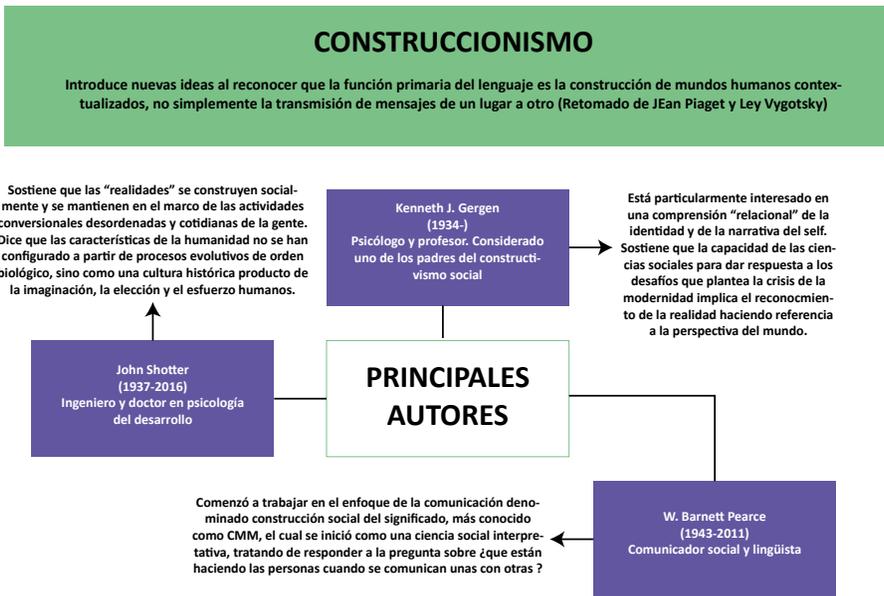
El construccionismo evoluciona, por así decirlo, a partir de las aportaciones específicas del constructivismo de Jean Piaget, o constructivismo psicológico, así como de los constructos que retoma del constructivismo social de Lev Vygotsky y de las teorías de la psicología social genética e incorpora nuevas ideas y premisas al reconocer que la función primaria del lenguaje es la construcción de mundos humanos contextualizados que van más allá de la simple transmisión de mensajes de un lugar a otro. Sus teóricos aceptan que lo que ocurre entre los seres humanos adquiere significado a partir de la interacción social expresada a través del lenguaje y es a partir de este como se traslada a conocimiento.

Se dice que somos seres en construcción permanente y en la forma como interactuamos con el contexto, como lo afirma Shotter citado por

Agudelo Bedoya y Estrada Arango (2012); y es el ambiente el que prefigura cómo debemos actuar y ser. Por tanto, la validez o veracidad de lo que contamos está en relación con el contexto, convirtiéndose este en el foco desde el que se cuenta la manera como interpretamos los sucesos y hacia quien se dirige el propósito.

Los construccionistas rescatan el valor social del aprendizaje que beneficia a las personas desde una dimensión axiológica, que enfatiza se involucren emociones, acciones y por supuesto valores personales y sociales, y no solo la parte racional. Es decir, la construcción del conocimiento se da en un acto colectivo en el que sus beneficios son para una comunidad y no solo individuales (Rodríguez Villamil, 2008). En la Figura 3 se destacan los pioneros que han contribuido a la consolidación del construccionismo social y que son referentes en el presente capítulo.

Figura 3. Principales autores de la corriente epistemológica del construccionismo.



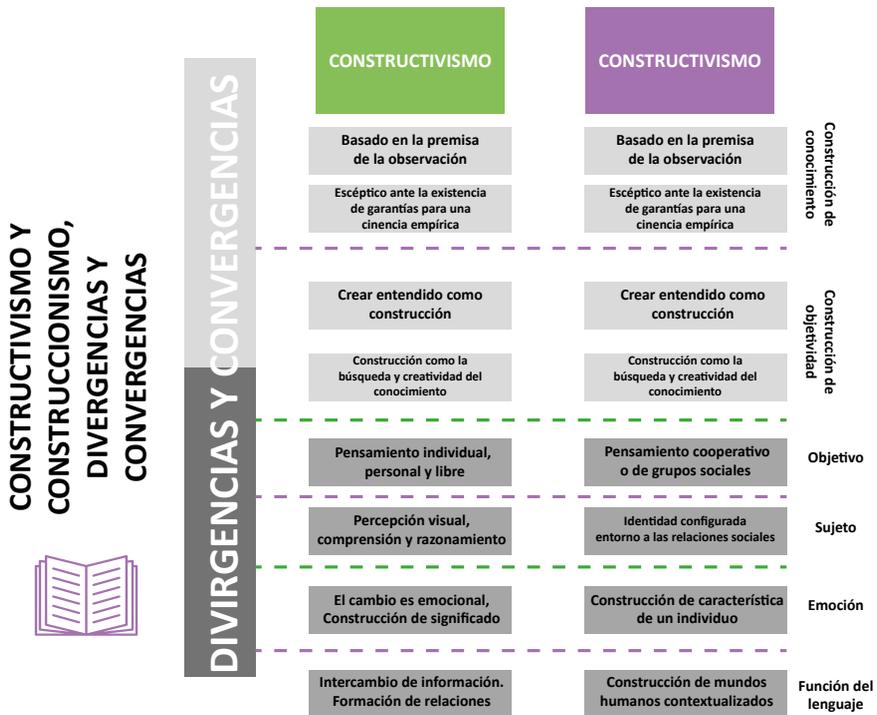
Fuente: elaboración propia. Adaptada de Aguado & Estrada (2012).

Para los construccionistas, los conceptos con los que se define el conocimiento, provienen tanto de la interpretación que se hace del contexto en general, como de las representaciones mentales individuales, y ambos

esquemas cognitivos están relacionados principalmente con las prácticas discursivas, y éstas se materializan principalmente en el lenguaje y, por consiguiente, son objeto de negociación.

La Figura 4 recoge, a manera de síntesis, las propuestas de una y otra epistemología frente a algunas variables, que en mi criterio son significativas.

Figura 4. Constructivismo y Construccinismo: Convergencias y Divergencias.



Fuente: elaboración propia. Adaptada de Aguado & Estrada (2012).

3. Aplicación del constructivismo y construccinismo, con robótica educativa dentro del aula

El avance significativo de las tecnologías de la información y la comunicación, aunado al *boom* de la conectividad producida por el internet, más la reciente incorporación de la inteligencia artificial y la robótica al contexto

escolar, han promovido, como dice Ruiz-Velasco (2007), el desarrollo de sistemas de información para la administración de los centros escolares.

En sus inicios, la robótica educativa en México estuvo ligada a las disciplinas técnicas instrumentales como la electrónica, y específicamente en el nivel de bachillerato tecnológico, como proyectos escolares aislados; sin embargo, a finales del siglo XX se desarrollan paquetes robóticos con fines educativos, los cuales cuentan con la característica de ser novedosos para los niños y destacan la particularidad de no requerir grandes conocimientos de programación y electrónica para su manipulación. Uno de los más populares es el creado por la marca LEGO; sin embargo, se ha diversificado el mercado de la robótica educativa y actualmente existen otros *kits* cuya relación costo-beneficio es más asequible. Estos hechos han propiciado que actualmente muchos colegios adopten el uso de la enseñanza de robótica en las aulas (Martínez, *et al.*, 2015).

Para algunos autores, la génesis de la robótica educativa surge como un entorno de aprendizaje, el cual tiene como pilares fundamentales el diseño, construcción y programación de robots educativos para la adquisición de conceptos, así como para el desarrollo de habilidades diversas. La robótica esta presente en muchas de las actividades de la sociedad, principalmente se ha asociado al mudo industrial para optimizar procesos. Este hecho ha propiciado que el niño vea de manera natural el uso de los robots y se motive para su uso con fines de aprendizaje.

Ante la actual circunstancia, no se pueden eludir de esta exigencia las instituciones, y por tal motivo estas tienen el compromiso de estar receptivas ante las posibilidades que brindan las TIC.

Antes bien, debe considerarse como un imperativo la óptima aplicación y uso adecuado de los recursos disponibles en cualquiera de sus modalidades, que generosa y constantemente aportan las TIC, sobre todo los indispensables para poder enfrentar con éxito los propósitos que involucran tanto a los docentes como a los dicentes en beneficio del sector educativo, porque de hecho quierase o no, cada vez son parte esencial de la vida académica cotidiana y por ningún motivo deben quedar al margen de los procesos de enseñanza-aprendizaje en cualquiera de los sistemas o niveles educativos hoy vigentes (González, *et al.*, 2020, p. 84).

Ante esta realidad, la actualización docente en el desarrollo de un conjunto de habilidades y competencias digitales es apremiante. Tal es el caso de los conocimientos necesarios para propiciar entornos mediados por robótica. El intervenir los ambientes de aprendizaje con herramientas didácticas como los robots, favorecen el desarrollo de habilidades de pensamiento en niños y jóvenes como es en la comunicación, relaciones personales, actividades colaborativas y el desarrollo de la creatividad.

La robótica educativa engloba una metodología de trabajo conformada por fases o etapas; cada una de ellas de suma importancia en el proceso de aprendizaje. Independientemente de la metodología que los agentes educativos decidan seleccionar para utilizar en el aula, se destaca la flexibilidad en el proceso de implementación, y dependerá de estos elegir el tipo de recursos, materiales, fases de intervención, tiempo de dedicación, etcétera.

Es importante destacar que se debe superar el paradigma que se tiene de la robótica como actividad meramente extracurricular y se deben reconocer las bondades de la robótica como herramienta de aprendizaje, ya que gracias a esta se permite generar entornos interdisciplinarios de múltiples conocimientos donde el estudiante, como actor central de su aprendizaje, pueda crear sus propias ideas de los conceptos que se le imparten, al tiempo que los relaciona con su propia realidad. En este contexto, se afirma que los docentes tienen claro que no se requiere ser experto para la manipulación y puesta en práctica de la robótica educativa en el aula, pero reconocen estos que sí deben ocuparse de la adquisición de herramientas tecnológicas pedagógicas para su eficaz implementación en el aula (González, *et al.*, 2020).

Independientemente de las fases o etapas que se decidan ejecutar en la intervención, es importante precisar que se debe privilegiar el enfoque o metodología constructivista, con la intención de migrar a un modelo construccionista, o en su defecto, un adecuado modelo híbrido de estas. Sin pretender precisar un riguroso orden de cómo deben utilizarse las actividades, es cierto que se debe iniciar con un encuadre académico, a manera de momento de apertura, en el que la premisa básica será explorar conocimientos previos del tema o tópico en cuestión, procurando que la situación didáctica visualizada en la secuencia esté vinculada a la vida cotidiana del estudiante para promover aprendizaje significativo.

Posteriormente, se presenta al alumno el prototipo o robot a utilizar, ya que este será el medio o recurso tecnológico que el estudiante utilizará para solucionar el problema que plantea la situación didáctica. En esta etapa, el docente facilita los medios y recursos que ayuden a clarificar el conflicto cognitivo, y monitorea las competencias académicas que los estudiantes movilizan en el diseño de solución y puesta en práctica; así como la interacción que se da entre pares.

Algunos expertos agregan una etapa más, a manera de ejercicio de metacognición, proceso que se da cuando el estudiante presenta el proyecto y comparte las estrategias que utilizó para resolver el problema. En una sesión plenaria; otros colegas agregan una etapa adicional en la que se pretende que el estudiante diseñe el proyecto robótico que construirá y sobre el cual sustentará su aprendizaje, sobre todo, cuando los estudiantes ya cuentan con cierto nivel de expertise, tanto con el manejo del robot como en la aplicación de la metodología para solucionar problemas.

En este proceso de aprendizaje, el trabajo en equipo se convierte en un elemento integrador y diferenciador, no solo por su naturaleza, sino más bien por su esencia, ya que se parte de la premisa del papel fundamental que juega la colaboración en la zona de desarrollo próximo y en la interacción entre pares. Para finalizar, se determinan responsabilidades a cada uno de los integrantes del equipo y roles para cada una de las fases del proceso de aprendizaje (Argüello, 2020).

Dentro del trabajo colaborativo es importante el papel que juega cada uno de los miembros del equipo, de esta actividad dependerá la dinámica al interior de los grupos para que todos los integrantes participen de manera democrática y con libertad de expresar sus ideas. Algunas tareas asociadas a los equipos pueden ser la definición del líder del equipo, el técnico, el programador, etc., sin embargo, estos papeles pueden rotarse en cada una de las prácticas, por lo que la rotación de los integrantes se convierte en una estrategia educativa para que todos participen de manera equitativa. Así todos aprenden a diseñar y a programar los robots, pero solo uno de ellos es responsable de liderar y asegurarse de que la tarea se lleve a cabo (Rivamar, 2011).

Cuando se implican actividades de diseño de prototipos robóticos se recomienda que estas se ejecuten en niveles de secundaria y bachillerato, ya

que estas requieren conocimientos de electrónica y mecánica para el diseño de artefactos, aplicación de sensores y manipulación de artefactos electrónicos. Esta actividad propicia una amplia gama de habilidades al momento de crear y diseñar, en comparación con los *kits* de robótica básica (García, 2015).

El Construccionismo, por un lado, se basa en el supuesto de que las personas construyen activamente su realidad y experiencias. Por otro lado, considera que los materiales manipulativos hacen que el aprendizaje sea más efectivo, ya que el estudiante parte de la experiencia previa para construir un producto significativo. En este sentido, Papert considera que se le debe dotar al alumno herramientas de ingenio y diseño para que acceda a los fundamentos de la ciencia y la tecnología (Álvarez, 2016).

Con lo anterior, se puede deducir que el proceso de aprendizaje encuentra sus mejores condiciones cuando tiene lugar en un medio activo en el que el estudiante participa en el propio proceso por medio de la construcción de objetos apoyando la del aprendizaje autónomo; en este contexto, tanto Argüello (2020) y Ruiz Velasco (2007) coinciden en que en este proceso, el estudiante cumple un papel doblemente activo, tanto para acceder a los contenidos temáticos que considere significativos para él como para hacer uso de sus habilidades psicomotoras al momento de ensamblar las piezas que conforman su prototipo; ya que los alumnos pueden reforzar y validar conocimientos, al hacer *match* con lo que observan y vivencia, o en su defecto, si los nuevos conocimientos son inconsistentes, lo llevan a replantearse nuevos esquemas en los que sus ideas puedan adecuarse. De esta manera, los docentes dejan de lado su papel pasivo de proporcionar instrucciones o información; transitando a un papel más activo, el de facilitador en la construcción del prototipo, así como el de generador de soluciones.

Referencias

- Ackermann, E. (2004). Constructing Knowledge and transforming the world. En Tokoro, M. y Steels, L (Eds.) *A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments* (pp.15-37). Amsterdam: IOS Press.
- Aguado, M. E., & Estrada, P. (2012). Constructivismo y construccionismo social: Algunos puntos comunes y algunas divergencias de estas corrientes teóricas. *PROSPECTIVA. Revista de Trabajo Social e intervención social*, (17), 353-378.
- Álvarez, D. (2016). Diseño e implementación de un robot pedagógico, (proyecto de pregrado). Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- Aparicio, O.Y., & Ostos, O.L (2018). Las TIC como herramientas cognitivas. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 11(1).
- Argüello, H. (1 de septiembre 2020). Conductismo vs Constructivismo en el trabajo con robótica educativa dentro del aula. Entre la tradicionalidad y la innovación. *Kuchkabal*. <https://www.kuchkabal.org/conductismo-vs-constructivismo/conductismo-vs-constructivismo-en-el-trabajo-con-robotica-educativa-dentro-del-aula-entre-la-tradicionalidad-y-la-innovacion/>
- Cantor Isaza, J. F., & Altavaz Ávila, A. C. (2019). Los modelos pedagógicos contemporáneos y su influencia en el modo de actuación profesional pedagógico. *Varona. Revista Científico Metodológica*, (68).
- Coll, Cesar. (1992). *Psicología y Currículum*. México: Paidós.
- Ferreira, H.A. (2014). Mesas Socioeducativas para la Inclusión y la Igualdad. Un programa “De todos con todos”. Una experiencia en construcción. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 7(2). DOI:<https://doi.org/10.53332/s1657-107X.2014.0002.01>
- García, J. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia*, 46(8), 1-11.
- González, et al, (2020). *Percepción docente de la importancia de integrar la robótica educativa en escuelas de nivel primaria. Tecnología, Innovación y Práctica Educativa*. Cap.8 pp.83-93. Editorial CIATA.org-UCLM.
- Infoamerica.org (s.f.). Perfil biográfico y académico de Bachelard, Foers-

- ter, Vygotsky, Maturana, Piaget, Morin, Glaseferd y Watzlawick [Revista virtual]. http://www.infoamerica.org/teoria/teoricos_uno.htm.
- Martínez, I., Sojo, O., Encarnación, P., Razura, E., y Aguayo, N. (2015). Proyecto: Aplicación de la robótica en la educación, (proyecto de maestría). Instituto las Américas de Nayarit. México.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica educativa. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010103/A4oct2004.pdf>
- Parica Ramos, Amariles Taina; Bruno Liendo y Abancin Ospina, R.A. (2005). Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky y comparación con la teoría Jean Piaget [Versión electrónica]. <http://constructivismos>.
- Pérez, T. H. P. (2013). Aproximaciones al estado de la cuestión de la investigación en educación y derechos humanos. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 6(1). DOI: <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2013.0001.05>
- Posner, G. (1998). *Análisis de currículo (2da ed.)*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Quiroga, L. (2018) *La Robótica: Otra forma de aprender*. Colegio Hispanoamericano
- Rivamar, A. (2011). *Roboeduca: Red de robótica educativa. Un espacio para el aprendizaje constructivista y la innovación, Programa Conectar igualdad, Concurso de programas educativos*. Ministerio de Educación de la Nación. Argentina.
- Rodríguez Villamil, H. (2008). *Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas*. *Educación y Desarrollo Social*, 1 (2), pp. 71-89.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, Madrid, España: IISUE / Díaz de Santos.
- Shotter, J. (s.f). Biografía].http://www.infoamerica.org/teoria/teoricos_uno.htm.
- Viega, J. V. D. (2017). Educación y Robótica Educativa. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (54), 1-13.

Capítulo 3

Metodologías didácticas para integrar la robótica en el aula

María Obdulia González Fernández¹

¹ Profesora-Investigadora del Centro Universitario de los Altos Universidad de Guadalajara, ogonzalez@cualtos.usg.mx

Resumen

El empleo de la robótica educativa como forma de mediación pedagógica implica que se apliquen en el aula diversas metodologías inductivas coherentes con los modelos constructivistas y construccionista del aprendizaje. En este capítulo se describen las metodologías más representativas como son: el aprendizaje basado en problemas, proyectos, estrategias cooperativas, aprendizaje basado en retos y la gamificación.

Se abordan dichas metodologías desde su conceptualización y estrategias a seguir. Al mismo tiempo, se presenta un estudio documental de diversos autores que han aplicado la robótica educativa como una vía para innovar las prácticas educativas.

1. Construcción de proyectos con robótica educativa

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología propuesta en la década de los 70 como una estrategia que guía el proceso de aprendizaje a través del desarrollo de un proyecto el cual establece una meta determinada como producto final. Uno de los principales objetivos de esta metodología es movilizar saberes para el desarrollo de un conjunto de aprendizajes y competencias, así como relación nuevos saberes. Es por ello por lo que propicia la motivación y la cooperación entre compañeros (González y Becerra, 2021).

Este tipo de metodología forma parte de las denominadas activas, ya que conceptualizan el conocimiento no como algo que posee el docente, sino como el resultado del trabajo entre el estudiante y maestro a partir de una serie de actividades a las cuales se llegan a un conjunto de conclusiones. Además, el papel de alumno es realizar un conjunto de actividades de orden superior entre las que se destacan: reconocer un problema, analizar y priorizar, búsqueda de información, interpretación de datos, establecimientos de relaciones lógicas para llegar a conclusiones. Por otra parte, el docente desempeña un papel importante en la creación de situaciones de aprendizaje para que el estudiante pueda desarrollar el proyecto, entre ellas: plantear situaciones para la realización del proyecto, guiar la búsqueda de información, organización del grupo, orientar en todo momento los

trabajos de los estudiantes, valorar el desarrollo del proyecto y por último, evaluar el proyecto (Trujillo, 2015).

Para desarrollar un proyecto escolar se proponen cinco etapas como son:

1. Planteamiento del proyecto y organización: La finalidad de esta etapa es que el profesor presente una situación relevante que sea vinculada con una temática del curso. Es necesario que el docente motive al estudiante mediante preguntas y reflexiones que le serán de utilidad durante el proyecto. Acto continuo se requiere la organización del grupo en pequeños equipos donde se delimiten las tareas a su interior.
2. Investigación: En esta etapa el estudiante construye los fundamentos del tema a trabajar en el proyecto. Por lo que es importante dar autonomía al estudiante para la búsqueda de información, al mismo tiempo que se le brinda una retroalimentación y seguimiento para lograr el objetivo de la etapa de investigación. En dicha etapa es necesario que se brinde oportunidades al estudiante para que realicen un análisis profundo de la información recuperada, para así *a posteriori* realizar la síntesis, donde puede hacer uso de organizadores gráficos.
3. Definición de los objetivos y plan de trabajo: Todo proyecto tiene como finalidad que el estudiante logre un producto en específico. Por lo tanto, es necesario a que se motive al estudiante a la construcción del mismo sin perder de vista el objetivo el proyecto. De esta manera, los estudiantes construyen un conjunto de habilidades y conocimientos a partir de la experiencia.
4. Implementación: De acuerdo con la naturaleza del proyecto se puede llegar a esta etapa con la finalidad de que el estudiante movilice sus saberes en la puesta en marcha del proyecto. Durante esta etapa es necesario el seguimiento puntual del profesor y, si es necesario, solicitar productos intermedios para la conclusión de la implementación, se realice en etapas anteriores.
5. Socializar el producto y evaluación: En esta etapa se presentan los resultados, puede ser mediante una sesión plenaria, una exposición escolar o una feria de proyectos. Es importante hacer énfasis en las habilidades de lenguaje oral y escrito. Además de que el docente tenga claro los criterios con los que se va a evaluar cada proyecto. Por último, generar un

espacio de reflexión de los aprendizajes construidos mediante procesos metacognitivos (Cobo y Valdivia, 2017).

El trabajo por proyectos en el aula es una manera de promover estrategias inductivas y constructivistas en pro del aprendizaje. Por lo que al incluir el robot como una herramienta de mediación tecnológica se relaciona directamente con el aprendizaje a través de proyectos. Así se privilegia el aprendizaje por descubrimiento guiado, a través de diversas situaciones didácticas, al incluir la programación básica, el desarrollo de prototipos y proyectos (Quiroga *et al.*, 2020), en los cuales los niños pueden acercarse a la robótica de una forma constructiva y lúdica.

A partir de las características de una clase en las que se integra la robótica como elemento tecno-pedagógico se construye un ambiente creativo y motivador donde se interactúa mediante el trabajo en equipo estimulando el lenguaje. Los trabajos de Quiroga *et al.*, (2020); Moran (2020); Fernández *et al.* (2019) y Nourdine (2006) aplican la robótica educativa con el aliado del APB, permite que los estudiantes participen activamente en su propio aprendizaje significativo.

En el caso de Quiroga *et al.* (2020) y Fernández (2019), han demostrado la efectividad de aplicar la robótica educativa en la educación preescolar e infantil, mediante actividades de tableros y el uso del robot Bee-Bot.

2. El aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos (ABR) es una metodología que implica principalmente la actividad del estudiante, donde se les ubica en situaciones prácticas y reales que permite el desarrollo de un conjunto de competencias. En el caso de la robótica, es una buena estrategia ya que los niños se inician al uso de lenguajes de programación de manera espontánea.

Esta estrategia didáctica potencializa el aprendizaje por descubrimiento. De acuerdo con Bruner (1988), el aprendizaje debe de ser activo donde el profesor desempeña un papel importante en la creación de situaciones que estimulen a los estudiantes a descubrir por sí mismos. Tales metodologías deben promover un pensamiento inductivo como es el caso del aprendizaje basado en retos.

De esta manera, esta metodología parte de una serie de retos asociados a una temática principal que el alumno debe de alcanzar. De acuerdo con el marco propuesto por Apple (2011), a dicha empresa se le atribuye el término de Challenge Based Learning, en donde presenta un modelo práctico de aplicación de dicha metodología implicando las herramientas tecnológicas para el desarrollo de un conjunto de retos mediante acciones colaborativas entre estudiantes, así promover conocimiento profundo de los contenidos.

En este sentido, en la Figura 1 se presenta el modelo por Apple (2011) que presenta cinco etapas:

Figura 1. Marco metodológico del Aprendizaje Basado en Retos



Fuente: Adaptada de Apple (2011).

- **Etapa 1: Idea general.** En este paso se parte de un concepto amplio que sea atractivo y de importancia para los estudiantes.
- **Etapa 2: Pregunta esencial.** Los estudiantes generan preguntas orientadoras que permitan delimitar su interés y las necesidades del contexto. Esto permite orientar los recursos que requiere el estudiante para resolver el reto y guiarán el aprendizaje en última instancia la vali-

dez de sus soluciones. Se recomienda que los estudiantes intercambien ideas sobre lo que requiere descubrir para resolver el reto.

- **Etapas 3: El reto.** Este surge de la pregunta esencial por lo que implica que el estudiante identifique una solución. En dicha etapa se plantean preguntas, actividades y recursos guías que orientan a los estudiantes a la mejor solución del reto.

Una vez que se investigan a fondo las preguntas orientadoras, los estudiantes tienen una sólida base para identificar soluciones, donde pueden crear diagramas, prototipos e identifican los pasos para llevar a cabo un plan de implementación. Durante esta etapa es importante que los estudiantes vayan documentando sus desarrollos.

- **Etapas 4: Implementación y evaluación de la solución.** Los estudiantes la implementan y miden los resultados, reflexionan sobre que funcionó y lo que no y determinar si lograron resolver el desafío.
- **Etapas 5: Publicación de resultados y reflexión.** En esta etapa, a partir de la documentación se puede crear presentaciones del producto de los estudiantes mediante videos, diapositivas o diarios en los que se reflexione sobre cómo se llegó a la solución. La intención es que se comparta con otros estudiantes y la clase o a toda la escuela (Apple, 2011). En el caso de diseñar retos de robótica se pueden implicar temáticas interdisciplinarias que promuevan el trabajo colaborativo, la motivación y el aprendizaje vivencial.

El aprendizaje ABR tiene una relación con el ABP, puesto que ambos acercamientos involucran a los estudiantes en problemas del mundo real y hacen partícipes en su solución. Lo que los hace diferente es que en lugar de presentar un problema específico a resolver, ofrece problemáticas abiertas generales y el estudiante determina como lo abordará (Gaskins, 2015). Mientras que la diferencia con el aprendizaje basado en problemas es que en ocasiones los problemas planteados son hipotéticos o ficticios.

3. Metodología de aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (*abp* en lo sucesivo) es uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje. El *abp* invierte el proceso tradicional de

aprendizaje, en donde primero se expone la información y luego se busca aplicarla para resolver un problema. Mientras en el *abp* se presenta primero el problema, después se identifica la información necesaria y finalmente se resuelve. Se plantea que la actividad se realice de manera colaborativa en pequeños grupos, donde los estudiantes pueden compartir experiencias, practicar, observar y reflexionar. Estas actividades permiten que los estudiantes sean responsables y activos en su aprendizaje.

El principal papel del docente en esta metodología es ser planificador de la estrategia, moderador y motivador de las dinámicas de los diferentes equipos. Mientras que el papel del estudiante es tener conocimientos previos sobre el tema, trabajo individual y en equipo, trabajar en la búsqueda de soluciones y exponerlas en el equipo, además de reflexionar sobre los aprendizajes logrados (Poot-Delgado, 2013).

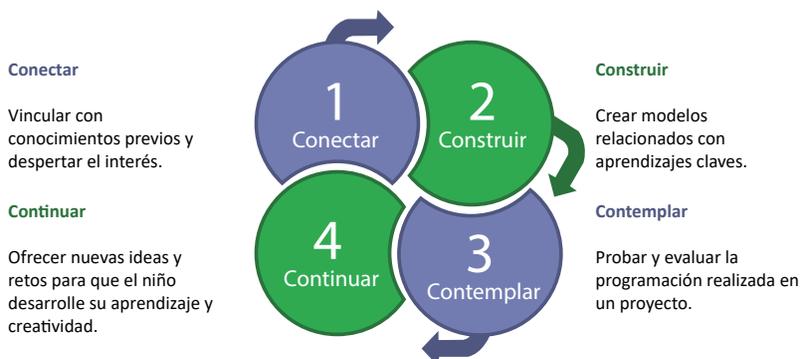
El eje vertebral de esta metodología es el planteamiento del problema, este debe ser lo suficientemente atractivo para que el estudiante se involucre y se consiga un compromiso continuo para posibilitar el aprendizaje significativo. Por si fuera poco, el problema debe de llevar a los estudiantes a tomar decisiones y justificarlas de manera cooperativa entre los integrantes de un grupo de trabajo.

Para el caso de problemas relacionados con la robótica educativa, se puede emplear modelo propuesto por Polya y Zugazagoitia (1965), quien sugirió una serie de pasos para la resolución de un problema como son: 1) Comprender el problema, 2) Concebir un plan, 3) Ejecutar el plan y 4) Examinar la solución obtenida. Estas tareas, en el caso de la robótica educativa, permiten la división del problema en partes y la reformulación como uno de los principios aplicables en la didáctica de las matemáticas (Poot-Delgado, 2013).

4. Metodología de las 4 C de Lego y la robótica educativa

La metodología 4C es una propuesta de la marca LEGO® Education con el propósito de ordenar los conocimientos que los niños adquieren durante el aprendizaje con proyectos robóticos. Está basada en el aprendizaje activo y por descubrimiento guiado. Esta metodología se aplica cuando se utiliza el set de tecnología LEGO® Education. Esta parte de una historia que se complementa mediante actividades para resolver el problema. En la Figura 2 se presentan los pasos que se debe de seguir en dicha metodología.

Figura 2. Metodología de 4 C



Fuente: Adaptada de LEGO® Education (2007).

Conectar: El principal propósito de esta actividad es captar el interés y atención de los alumnos, además de que los niños identifiquen el problema e investiguen la mejor forma de resolverlo.

Construir: En esta actividad los niños proponen diferentes modelos con relación a la problemática planteada, a su vez pueden probar que su posible solución funciona.

Contemplar: Implica que los niños investiguen, analicen y comparen lo experimentado con otros equipos, así como establecer mejoras si fuera necesario. En esta etapa el facilitador puede guiar un conjunto de preguntas para profundizar sobre la experiencia del niño y lo investigado previamente.

Continuar: Finalmente, esta actividad tiene como objetivo que el niño continúe con investigaciones y desarrolle su creatividad con nuevas soluciones al problema planteado. En esta etapa los niños pueden modificar sus soluciones e inventar nuevas creaciones.

5. Un ambiente gamificado en proyectos de robótica educativa

La gamificación en el aula es considerada como una estrategia de aprendizaje en la que a través del juego se crean situaciones de experimentación práctica para el desarrollo de habilidades. De origen, el juego es una actividad intrínsecamente motivadora, en donde existe pacto con el trabajo y el trabajo colaborativo (Serrano-Díaz *et al.*, 2019). El generar ambientes gratos que sean motivantes para aprendizaje son un reto, esto se puede

lograr mediante estrategias lúdicas. La combinación de robótica educativa con actividades de gamificación son un dúo atractivo y significativo.

Dentro de las definiciones que se han encontrado respecto a la gamificación se encuentra la de Hamari y Koivisto (2013) quien menciona que dentro de los propósitos de la gamificación es ejercer de manera positiva en el comportamiento de los participantes, independientemente de otros objetivos subyacentes como el disfrute. Los estudios empíricos reconocen el efecto positivo de la gamificación en el desarrollo de las interacciones entre profesor y estudiante, debido a que el apoyo del docente es crucial para el bienestar y el aprendizaje (Gislason, 2010; Piispanen, 2008). De acuerdo con Werbach (2012), los fundamentos principales de la gamificación son tres: la dinámica, la mecánica y los componentes.

Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego. Las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo del juego y los componentes son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: avatares, insignias, puntos colecciones, rankings, niveles, equipos, entre otros (Ortiz-Colón et al., 2018, p. 4).

El gráfico 3 esquematiza dos momentos para la concreción de una clase gamificada como son antes y durante de la clase. Los primeros son:

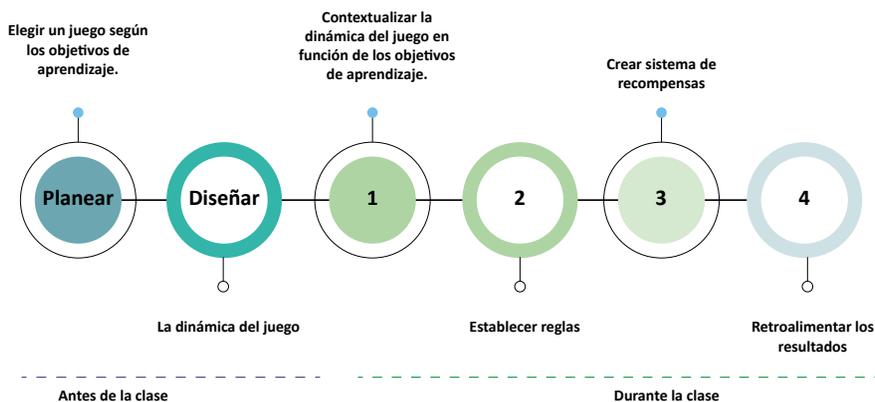
- La planificación del juego al identificar los objetivos de aprendizaje según un contenido educativo.
- El segundo paso es el diseño de las condiciones y situaciones para que el niño logre superar el juego. De esta manera, Foncubierta y Rodríguez (2014) argumentan que el diseño está directamente relacionado con la elección de los elementos del juego, para la que es necesario, en primer lugar, aplicar los criterios pedagógicos y, en segundo lugar, analizar la funcionalidad y usabilidad de los recursos que vamos a utilizar.

En la Figura 3 se presentan las actividades para considerar durante la clase:

1. Contextualizar a los estudiantes sobre la dinámica del juego los objetivos de aprendizaje y el contenido que se trabajará. Al mismo tiempo, en esta actividad se conforman los equipos y definir los jugadores de cada equipo.
2. Establecer las reglas y tiempos necesarios para llevar a cabo el juego.

3. Llevar a cabo el juego e ir verificando el cumplimiento del sistema de recompensas que sea acorde a los aprendizajes esperados del juego.
4. Por último, retroalimentar las acciones de cada uno de los equipos y socializar los resultados obtenidos.

Figura 3. Momentos y actividades para concretar una experiencia gamificada

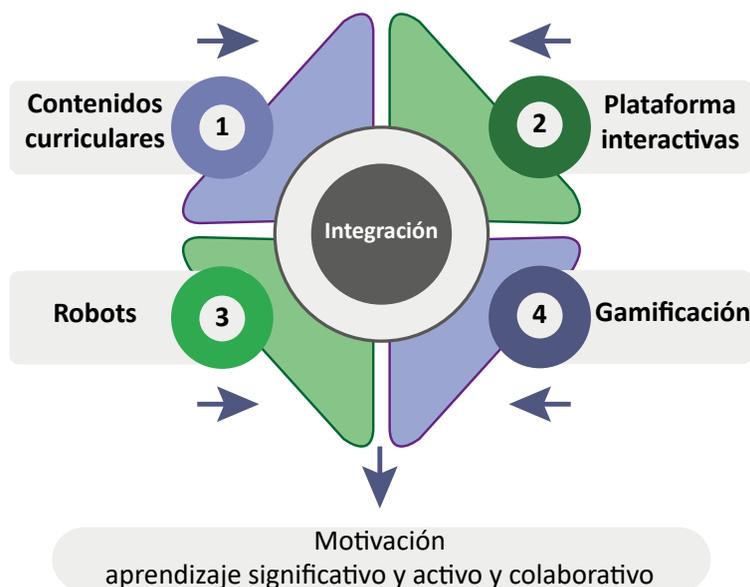


Fuente: elaboración propia

En las diversas estrategias se pueden agregar elementos como: el uso de *ranking* de puntuaciones, desafíos contrarreloj o una tarea basada en la resolución de enigmas. Esto ayuda a estructurar el universo del juego y establecer reglas y pautas para los jugadores.

Un ejemplo de configuración gamificada es la basada en enigmas o lo que hemos denominado “búsqueda de tesoro”, donde el estudiante va descubriendo pautas a partir de un conjunto de pistas que se pueden distribuir en diferentes coordenadas, que con la ayuda de un robot y un plano cartesiano el estudiante puede ir descubriendo. Otro ejemplo es el propuesto por Serrano-Díaz *et al.*, (2019), quien utilizó la gamificación y la robótica educativa para el desarrollo de habilidades STEM. Por lo que en su proyecto integró los componentes de los contenidos curriculares, las herramientas interactivas, la radio y la robótica en una estrategia gamificada, ver figura 4.

Figura 4. Integración de elementos en torno a la gamificación y robótica.



Fuente: Adaptado de Serrano-Díaz et al. (2019)

6. El aprendizaje colaborativo y los proyectos de robótica educativa

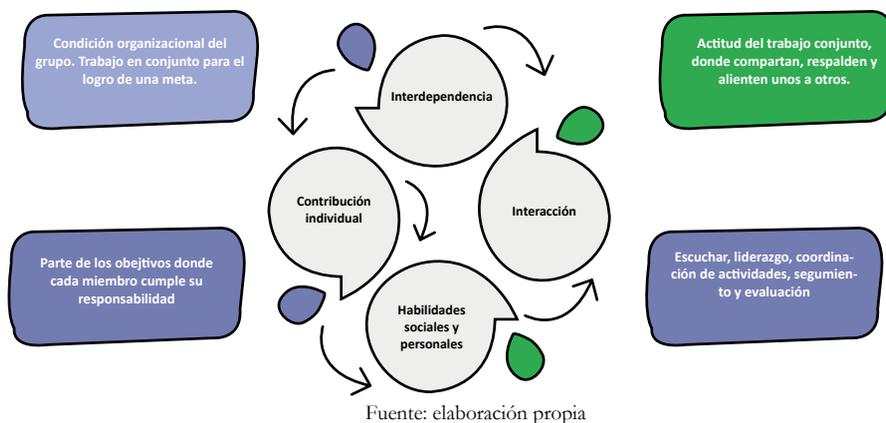
En las metodologías antes mencionadas hacen hincapié en los beneficios de trabajar en pequeños grupos, estas actividades son ideales para fomentar el trabajo colaborativo, puesto que el aprendizaje es una experiencia social en la que los integrantes de un grupo se convierten en mediadores. El aprendizaje al interior de un grupo se da a partir del trabajo conjunto al establecer metas comunes, al darse relaciones de reciprocidad entre los integrantes del equipo y al diferenciar y contrastar los puntos de vista. Es decir, el conocimiento se da a partir de una negociación conjunta de significados al generar una sinergia de cognición compartida (Galindo, *et al.*, 2012).

Para Vigotsky (1978), las relaciones sociales son un elemento importante en los procesos de aprendizaje. Por tal motivo, su construcción se da a partir de actos individuales y sociales, donde el estudiante construye el conocimiento individualmente y al mismo tiempo con la ayuda de otros, por lo que el aprendizaje colaborativo inicia con procesos graduales de

manera individual y grupal. Esta sinergia genera interdependencia positiva al aprender de forma colectiva e individual al anclar sus saberes previos y los nuevos aprendizajes. De tal forma que el aprendizaje colaborativo radica principalmente en las relaciones interpersonales y la organización entre los integrantes del equipo.

De acuerdo con Lucero (2003) y López (2017), son cuatro los componentes básicos para propiciar el aprendizaje colaborativo como son: Interdependencia positiva, interacción, responsabilidad individual y habilidades sociales. Ver Figura 5.

Figura 5. Componentes básicos para el aprendizaje colaborativo



Las diversas metodologías de la robótica educativa involucran el trabajo colaborativo, práctico y por descubrimiento como uno de sus componentes principales. De acuerdo con los trabajos de Nevárez (2016) y Poco (2018) reconocen que la robótica educativa favorece significativamente el trabajo colaborativo. Las diferentes estrategias docentes en las que se involucra la utilización del robot como una herramienta didáctica; primeramente, incentivan la motivación e interés del estudiante, esto unido a la colaboración son alianzas que permiten el aprendizaje significativo. Es interesante como los estudiantes realizan negociaciones al interior de un grupo para definir los diferentes papeles, turnos y tareas que deberán concretar para el logro de una actividad con el robot.

Por tal motivo, el aprendizaje colaborativo es una pieza que ancla las diversas metodologías activas con la robótica educativa. Ya que tanto en proyectos, retos, problemas o al gamificar se puede involucrar el trabajo colaborativo en torno al uso del robot como una herramienta mediadora de las diversas situaciones de aprendizaje.

Referencias

- Apple (2011). *Challenge based learning: A classroom guide*. Recuperado de: http://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf
- Bruner J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Morata. Madrid.
- Cobo, G. y Valdivia, S. M. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos*. Lima Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fernández-Rodríguez, C., & Gómez Santos, C. (2019). *Taller de robótica educativa: una experiencia ABP en el Grado de Educación Infantil*.
- Foncubierta y Rodríguez (2014). *La gamificación en educación y su trasfondo pedagógico*. Universidad Complutense de Madrid.<http://webs.ucm.es/BUCM/revcul/e-learning-innova/187/art2664.pdf>
- Galindo, R. M. G., González, L. G., de la Cruz, N. M., Fuentes, M. G. L., Aguirre, E. I. R., & González, E. V. (2012). Acercamiento epistemológico a la teoría del aprendizaje colaborativo. *Apertura*, 4(2), 156-169. <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/325>
- Gislason, N. (2010). Architectural Design and the Learning Environment: a framework for school design Research. *Learning Environment Research* 13, 127-145.
- González-Fernández, M. O., & Vázquez, L. B. (2021). Estudio de caso del aprendizaje basado en proyectos desde los actores de nivel primaria. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).<http://mail.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/859>
- Gaskins, W. B., Johnson, J., Maltbie, C., y Kukreti, A. (2015). Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 5(1), 33-41. Recuperado de: <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/4138>
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2013). Social motivations to use gamification: an empirical study of gamifying exercise. *Completed Research*. 105.<https://core.ac.uk/download/pdf/301361018.pdf>
- Quiroga, L. P., Vanegas, O. L., & Pardo, S. (2021). Pre-Robótica. *Revista Educación y Pensamiento*, 27(27), 36-39.
- LEGO(2007). Introducción LEGO® Education. <https://education.lego>.

- com/v3/assets/blt293eea581807678a/bltd77462c98e3f6f78/5ebaf4eea7506f408a577b8e/es-esm-introduction.pdf
- López M.A.C. (2017). *Aprendizaje, competencias y TIC*. Pearson.
- Lucero, M. M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. *Revista iberoamericana de Educación*, 33(1), 1-21. <https://rieoci.org/RIE/article/view/2923/3847>
- Morán L. A.M. (2020). Desarrollo de habilidades tecnológicas a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en clases de Robótica. [Tesis de maestría]. Tecnológico de Monterrey. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/636966>
- Nevárez Toledo, M. R. (2016). La robótica educativa como herramienta de aprendizaje colaborativo en estudiantes de educación general básica superior (Doctoral dissertation, Ecuador-PUCESE-Maestría en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente).
- Nourdine, A. (2006). *Una experiencia de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica*. <https://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/3426/EDAP32.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piispanen, M. (2008). *Good Learning Environment. Perceptions of Good Quality in Comprehensive School by Pupils, Parents and Teachers*. University of Jyväskylä. Kokkola University Consortium Chydenius.
- Poco Paredes, J. A. (2018). La Robótica Educativa y su influencia en el aprendizaje colaborativo en estudiantes de primero de secundaria de la IE General José de San Martín.
- Polya, G., & Zugazagoitia, J. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas* (No. 04; QA11, P6.). México: Trillas
- Poot-Delgado, C. A. (2013). Retos del aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e investigación en psicología*, 18(2), 307-314.
- Serrano Díaz, N., Rioja del Río, C., & Cabrera Noguera, E. (2019). Innovación educativa con el uso de la gamificación y la robótica. <http://dehesa.unex.es/handle/10662/11390>
- Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. Ministerio de Educación.
- Vigostky, Lev. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Editorial Revolucionaria.
- Werbach, K., Hunter, D. (2012). *For the win: how game thin-king can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

Capítulo 4

Acercamiento a la estructura de los robots y su programación

Horacio Gómez Rodríguez¹

¹ Profesor del Centro Universitario de la Universidad de Guadalajara, horacio.gomez@cualtos.udg.mx

Resumen

Este capítulo trata de describir la parte técnica del uso de los robots, así como de las diferentes herramientas de programación. Cabe mencionar que cada modelo y marca tienen sus diferentes herramientas y características en cuanto a su funcionalidad. En este caso se presenta el robot mBot como una opción sencilla y económica de aplicar la robótica educativa.

1. Introducción

Actualmente en el mercado existen varios modelos de robots que se pueden aplicar en los diferentes niveles educativos. Al considerar integrar esta herramienta en el ámbito educativo, es necesario evaluar las posibilidades que tienen cada uno de los *kits* robóticos que cuentan con un conjunto de herramientas entre las que se destacan los sensores, cámaras, micrófonos y actuadores como: Motores, LED y altavoces. Además de las funciones de comunicación entre el robot y la interfaz de programación; en este sentido, podemos encontrar dispositivos conectados por Bluetooth, USB, puerto serial (COM), entre otros.

Los diferentes modelos se pueden diferenciar por las funciones asociadas a la programación del robot, la finalidad y el conjunto de actividades que puede realizar el educando. De acuerdo con Druin y Hendler (2000), existen cinco tipos de plataformas de robots: Los Juguetes, mascotas, interactivos, de servicios y educativos. Estos últimos se caracterizan por su potencial de intervención en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el mercado podemos encontrar modelos simples que funcionan como un control remoto y otros más sofisticados que permiten una programación compleja e interacción con el mundo, con gran movilidad y autonomía. Otros robots pueden fungir como asistentes en la clase en la cual se pueden encontrar modelos que integran inteligencia artificial que permiten la interacción con la clase y que en ocasiones tienen formas de humanoides.

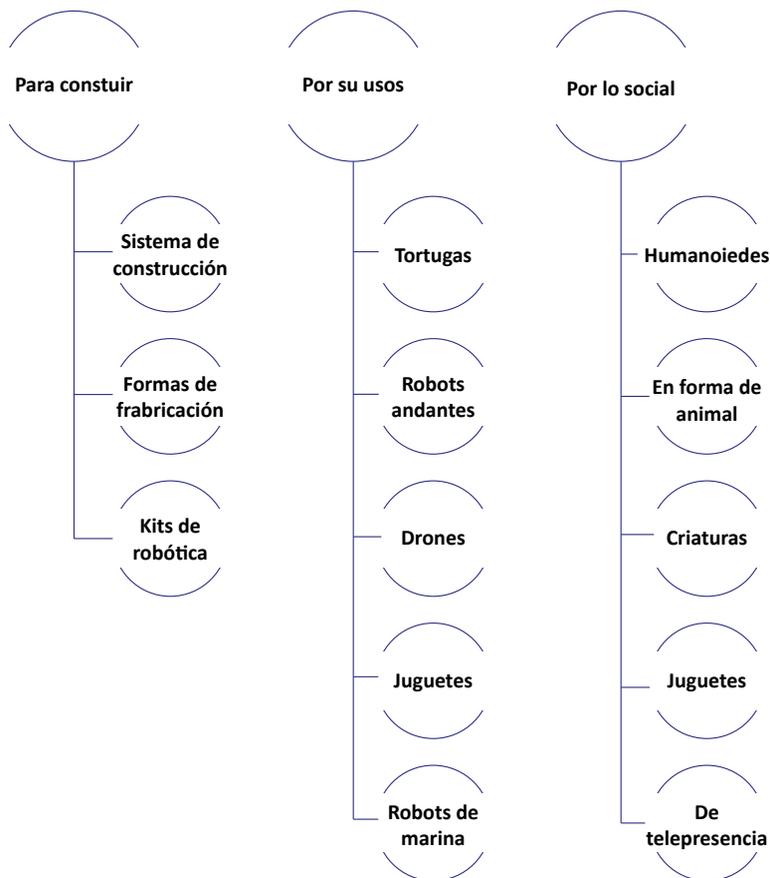
Agnoletti *et al.* (2018) menciona que los robots educativos se dividen en dos subcategorías: Robótica educativa y robótica para la educación. En el primer caso, es el uso de los robots con fines didácticos, cuyo su principal objetivo es el ser una herramienta facilitadora y motivar el aprendizaje.

Mientras que la robótica para la educación son todas estas herramientas que funcionan como asistentes del maestro en el salón de clases, que en ocasiones tienen formas de humanoides o de mascotas.

Los beneficios de la integración de la robótica en la educación son tan diversos que se pueden encontrar modelos para apoyar la educación inclusiva. Lytras (2018) ha creado un modelo para establecer las interrelaciones de la educación inclusiva y robótica educativa. La herramienta apoya la construcción de conocimientos y sirve de asistencia para estudiantes con problemas en un campo específico por lo tanto es concebida como un apoyo para proporcionar una mejor educación para todos niños.

Catlin *et al.*, (2019) presenta una taxonomía (EduRobot's Taxonomy) con la finalidad de clasificar los robots educativos con la finalidad de orientar a investigadores, educadores y padres de familia en los diferentes tipos y usos de los robots que actualmente se encuentran en el mercado.

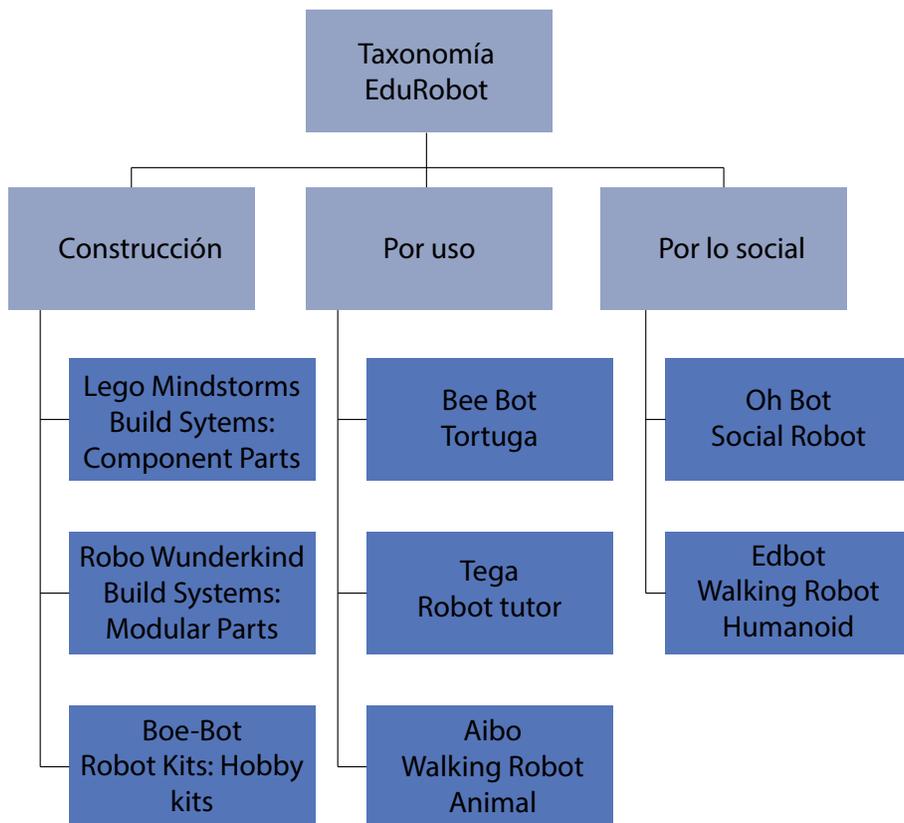
Figura 1. Taxonomía EduRobots



Fuente: Adaptada de Catlin *et al.*, (2019)

Dentro de la clasificación realizada por Catlin *et al.*, (2018), en la conferencia 9th International Conference on Robotics in Education, se clasificaron diferentes marcas de robots educativos entre los que destacan los de la marca Lego, el BeeBot, salar Robot, entre otros. En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de modelos de robots bajo la taxonomía de Catlin *et al.* (2018).

Figura 2. Clasificación de modelos de robot bajo la taxonomía de EduRobot.



Fuente: Adaptada de Catlin *et al.*, (2018)

Actualmente en el mercado existen diversas posibilidades de modelos y marcas para integrar la robótica en el aula, desde robots para usar, hasta *kits* de robótica para crear un robot desde cero con pocos componentes.

En los siguientes apartados de este capítulo se presenta el robot BeeBot y robot mBot como una de las opciones para la educación de nivel preescolar de niños entre 3 a 6 años, mientras que el mBot para la educación primaria. En preescolar es importante que los robots tengan funciones básicas de programación orientadas a seguir una secuencia de direcciones basadas en una secuencia de movimientos a través de tableros. Por otra parte, el robot mBot tiene mayores posibilidades de programación por lo que se recomienda para niños mayores de 7 años.

Para los interesados en evaluar las diversas tecnologías de robótica educativa, Álvarez-Herrero (2020) ha propuesto un instrumento para la taxonomía de los robots de educación infantil; entre los factores a resaltar están el costo, el tipo de robot (social, de construcción, etc.), su fácil distribución, la finalidad y su facilidad de uso. Por lo que son algunos aspectos en los que los centros educativos deben de considerar al momento de integrar esta tecnología en las aulas.

2. El mBot

El mBot es un robot basado en Arduino y creado por la casa Makeblock y puede ser alimentado por batería de litio o a través de un porta pilas con 4 AA, utilizado para programar en bloques, como se muestra en la figura 1. Por lo cual los colores son llamativos para ser identificado por los niños.

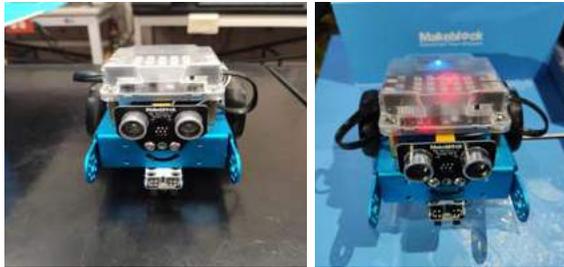
La aparición de nuevas herramientas tecnológicas, las cuales se utilizan como material de apoyo a las actividades educativas, ha dado origen a la Ingeniería educativa, que tiene como objetivo encontrar nuevas formas de incorporar componentes tecnológicos en apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje, generando oportunidades de interactuar con aplicaciones que nos permite utilizar diferentes contenidos y obtener beneficios a mediano y largo plazo, pues se convierte en un espacio para la reflexión y la construcción de conocimiento (Galvis, 2007).

Es importante aprender los conocimientos básicos necesarios para la programación del robot mBot. Existen varias herramientas útiles, como lo es el software mBlock, organizado para aprender de forma orgánica en cada uno de los niveles, de esta manera, los estudiantes van descubriendo uno a uno los distintos componentes y funciones del mBot (Muñoz, 2018).

De acuerdo con los resultados de los mBots utilizados en algunas primarias de la zona de los altos de Jalisco, podemos observar que el personal docente y los estudiantes están interesados en seguir implementando los robots en algunas actividades dentro del aula de clases y algunos docentes les gustaría implementar los mBots en prácticas relacionadas con diferentes áreas, tomando en cuenta que esto podría generar nuevos conocimientos en los estudiantes y la forma de aplicarlos en la vida cotidiana (Prieto, *et al.*, 2020).

La inclusión de la Robótica Educativa como herramienta tecnológica promueve el uso de métodos activos y la innovación en los roles y funciones de todas las personas involucradas en la educación. Los beneficios al integrar la robótica como herramienta de apoyo para el aprendizaje de diversos contenidos generará beneficios a mediano y largo plazo en los estudiantes. Algunos autores como Ruiz Velasco (2007), Raffle, Yip & Ishii (2007) y Bers et al. (2006), comentan que al implementar estas nuevas prácticas dan inicio al constructivismo, por lo cual los alumnos crean su propia forma de aprender y como aplicar sus conocimientos.

Figura 2. Mbot



Programación

Es posible configurar y controlar de cuatro formas el mBot, utilizando la aplicación para Android o IOS de mBlock, desde un celular o una tableta, también por su versatilidad es posible programarlo por medio del IDE de Arduino y por último, también puede ser programado con el *software* de mBlockly. Se muestra en las especificaciones en la Tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones del mBot	
Especificaciones técnicas	Características
Software	Mblock (gráfico) Mac, Windows, iPad mblocky y Arduino IDE
Pilas	4 Pilas AA
Peso	400 gr
Placa	mCore (basada en arduino)
Cantidad de Piezas	800
Sensores	Luz, botón, infrarrojos, ultrasónico, seguidor de línea, zumbador, led rgb y transmisor
App	mBlock Makeblock
Conexión	Serie Inalámbrica 2.4G Bluetooth
Microcontrolador	Atmega328

Fuente: Makeblock.Es, <https://makeblock.es/>

Motores

El mBot utiliza un par de motores que cumplen la funcionalidad de hacer girar las ruedas.

Sensores

Es importante la implementación de sensores que cumplen diferentes funciones tales como detectar colores y objetos y así saber si avanzar, detenerse o retroceder.

Portador de baterías

Tiene espacio solo para dos pilas doble AA y también puede funcionar con una batería de litio, necesarias para darle la fuerza al robot y permitir el movimiento.

Módulo de bluetooth 2.4G

Permite la conexión con diferentes dispositivos para manejarlo a distancia y programarlo muy fácilmente.

RGB

El módulo de RGB es un módulo de 3 colores primarios (rojo, verde y azul), y puede realizar varias combinaciones para obtener hasta obtener 16 millones de tonos de led, los valores cambian entre 0 y 255. El color del

led puede variar con un chip, solo se necesita una línea de señal para darle una función a cada color.

Puerto RJ25

El módulo RJ25 es un adaptador estándar, el cual tiene 6 pines (VCC, GND, S1, S2, SDA y SCL) para conectarse en las entradas del mBot en los conectores negro o azul, siendo compatible con otros fabricantes de sensores, como el servo motor y el sensor de temperatura.

Bocina

Genera sonidos de acuerdo con la programación que se le aplique al robot. Funciona transformando la energía eléctrica en sonidos.

Señal infrarroja

El mBot tiene un receptor de señal infrarroja para recibir la señal transmitida a distancia, permite identificar colores para trazar rutas y la comunicación con el control remoto, con la ventaja de tener un tamaño compacto y un bajo consumo de energía.

Sensor de luz

El sensor puede ser utilizado para detectar la intensidad de luz que se encuentra en el ambiente, puede ser utilizado para diferentes proyectos.

Botón

El botón integrado en el mBot cuenta con dos secuencias o dos bloques de programación.

Puerto para motores

Puerto para conectar los motores del mBot, estos motores son usados para mover las ruedas del robot.

Partes del mBot

Ruedas

Como se puede observar en las Figuras 3 y 4, cada rueda completa tiene dos partes: un plástico blanco y un hule negro. Para armarla, se debe in-

troducir la rueda dentro del hule, para lo cual no hay distinción entre uno y otro. Cuando estén correctamente ensambladas deben verse como en la Figura de la derecha.

Figura 3. Partes de la rueda



Figura 4. Ruedas ensambladas



Seguidor de línea

Tiene dos pares de infrarrojos: dos emisores y dos receptores (como se muestra en la Figura 6). Este sensor es capaz de detectar la ausencia y la presencia de luz, o distinguir el negro del blanco. Junto con la rueda de apoyo, se colocan en la parte frontal inferior del armazón principal. Makeblock está compuesto por diferentes tipos de sensores implementados en la placa Arduino para permitirle seguir una línea y también para evitar obstáculos con el sensor ultrasónico.

Figura 6. Seguidor de línea



Figura 7. Rueda del seguidor de línea



Sensor ultrasónico

Tiene una bocina y un micrófono. La bocina emite sonidos de alta frecuencia y el micrófono los recibe, se calcula la diferencia de tiempo entre

la emisión y la recepción para estimar la distancia a la que se encuentran los objetos con los que rebota el sonido. Se coloca en la parte frontal del armazón principal. Se usan dos tornillos pequeños con cabeza hexagonal para fijarlo (como se muestra en la Figura 8).

Figura 8. Sensor ultrasónico



Placa principal

Basada en Arduino. Está modificada para cumplir con las especificaciones y tareas del mBot. Tiene dos puertos de alimentación: uno para pilas AA y otro para pila de litio. También tiene un zócalo para el módulo bluetooth y cuatro puertos RJ25 (como se muestra en la Figura 9). La placa de Arduino está modificada para funcionar con el mBot, conectado a las diferentes partes como la bocina para generar algunos sonidos y también canciones, pila de litio o AA, procesador y los módulos de wifi y bluetooth, lo cual permite manipularlo desde el dispositivo móvil y conectarse al IoT.

Figura 9. Placa principal



Figura 10. Placa principal con protector



Batería de litio

Es recargable y tiene una salida de 3.7 V. Se coloca dentro del porta pilas y se conecta en el puerto de alimentación blanco (se puede observar en la Figura 11). Al conectarla, debe revisarse que tenga la orientación correcta, para alimentar el mBot y poder recargarse.

Figura 11. Batería de litio



Módulo Bluetooth

Con este módulo se puede conectar al mBot usando bluetooth desde un smartphone o tableta, ya sea Android o iOS, y permitiendo controlar el robot. Se inserta en la placa principal y debe hacerse con la orientación correcta (como se muestra en la Figura 10). Se debe revisar el zócalo de la placa principal y la base de este módulo para poder conectarlos.

Figura 12. Módulo bluetooth



Armazón principal del mBot

Base de metal (Figura 13), es donde se ensamblan las piezas del mBot:

motores, ruedas, sensores y la placa principal.

Figura 13. Armazón principal del mBot



Motores

Los motores funcionan para hacer girar las ruedas. Cada uno se atornilla a un lado de la armazón principal y se conectan en la placa principal. Tanto los puertos como los motores están numerados para que se conecten de forma adecuada (como se muestra en la Figura 14).

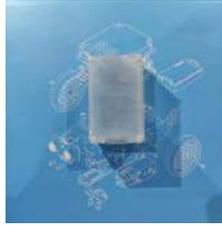
Figura 14. Motores ensamblados



Portapila

Carcasa de plástico dentro de la cual se coloca la batería de litio. En un lado tiene un orificio para que, al poner la tapa después de introducir la pila de litio, el cable de la batería pueda salir. En su base tiene dos salidas que sirven para conectarla y fijarla en el protector de la placa principal (como se muestra en la Figura 15).

Figura 15. Portapila



Cable USB

El cable USB necesario para cargar las baterías AA recargables o de litio, el tiempo estimado es de 1 hora y el robot puede trabajar más de dos horas. Puede conectarse a una computadora o utilizar un eliminador (como se muestra en la Figura 16).

Figura 16. Cable USB



Control remoto

Sirve para controlar el mBot a distancia para todas las diferentes aplicaciones (como se muestra en la Figura 17) es necesario una batería.

Figura 17. Control remoto



Base para pilas AA

Tiene cuatro espacios para baterías AA. Se utiliza como opción alternativa a la batería de litio como fuente de energía del mBot (se puede observar en la Figura 18).

Figura 18. Base para pilas AA



Cables RJ25

Se incluye un par de estos cables (como se ven en la Figura 19) y son utilizados para conectar el seguidor de línea y el sensor ultrasónico a la placa principal para controlar los sensores.

Figura 19. Cables RJ25



Tornillos, tuercas y elevadores

Hay dos clases de tornillos; los más largos se utilizan junto con las tuercas para colocar los motores en el armazón principal. Los tornillos pequeños se utilizan para colocar los sensores, como el seguidor de línea. Los elevadores se utilizan para mantener una distancia entre la placa y la armazón principal (como se muestra en la Figura 20).

Figura 20. Tornillos



mBot terminado

Las siguientes imágenes muestran la apariencia que debe tener el mBot una vez que se hayan ensamblado todas sus piezas. También se puede ver encendido el led rojo, lo que indica que el robot está listo para funcionar (como se muestra en las Figuras 21 y 22).

Figura 21. Vista superior



Figura 22. Vista frontal



3. MakeBlock app

Inicio

La primera vez que se ejecuta la aplicación en la pantalla para seleccionar el dispositivo a utilizar (como se muestra en las Figuras 23 al 29), se elige el robot para trabajar: mBot Ranger, Airblock, Codey Rocky, Starter/Ultimate, Ultimate 2.0 y MotionBlock. Elegimos el mBot y continuamos con la siguiente pantalla.

Makeblock está compuesto por varios modelos de robots (como se muestra en las siguientes figuras) compuestos por diferentes tipos de accesorios de acuerdo con cada tipo de robot. Algunos como el modelo de mBot es el más básico, el cual puede ser implementado en la educación. El Makeblock Ultimate Kit es ideal para mayores de 13 años y aquellos estudiantes que quieran ampliar sus conocimientos en robótica. Es posible construir un mínimo de 10 robots diferentes, controlarlos desde un teléfono o tableta.

Figura 23. mBot



Figura 24. mBot Ranger



Figura 25. Airblock



Figura 26. Codey Rocky



Figura 27. Starter/Ultimate

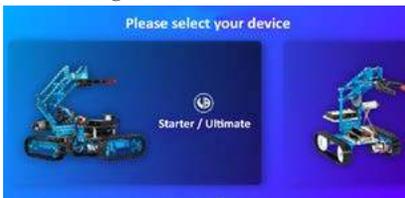
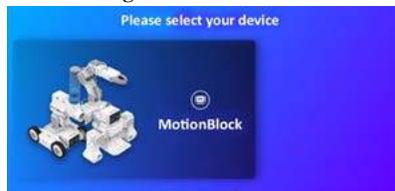


Figura 28. Ultimate 2.0



Figura 29. MotionBlock



Modos de juego

Una vez elegido el dispositivo, pasamos a la pantalla donde se muestran los diferentes tipos de modos. Se pueden ver los íconos en el menú lateral de la aplicación, el nombre del dispositivo elegido y un ícono de bluetooth que indica si el teléfono está conectado con el dispositivo, en caso de estar apagado se puede encender directamente. Después, se puede elegir uno de los cinco modos disponibles: juego, código, construir, crear y ampliar (figuras de la 30 a la 34).

Figura 30. Modo de juego



Figura 31. Modo de código



Figura 32. Modo de construir



Figura 33. Modo de crear



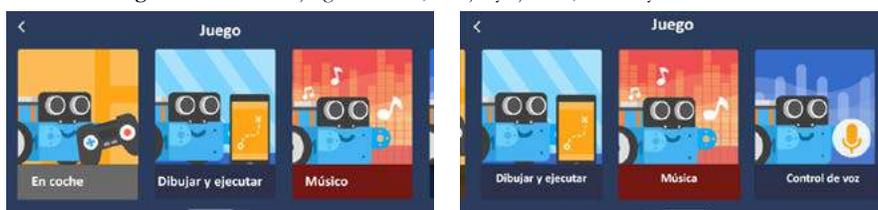
Figura 34. Modo de ampliar



Modo de juego

Si entramos en el primer modo de juego, podemos ver que hay cuatro opciones para jugar: en coche, dibujar y ejecutar, música y control de voz. Cada una de estas opciones de juego se describirán más adelante. En la Figura 35 se muestra las opciones de juego.

Figura 35. Modos de juego en coche, dibujar y ejecutar, música y control de voz



Modo de juego: en coche

Es la primera opción para jugar con el mBot. Al entrar (se muestra en la Figura 36) consta de un panel izquierdo y uno derecho. En el izquierdo podemos ver en la pantalla un *joystick* o palanca digital para elegir la dirección en la que se mueve el mBot así como la velocidad a la que se mueve, esta velocidad es medida con la figura de *joystick*. Cuanto más lleno esté el medidor, significa que más rápido avanza el robot. En el panel derecho se ve una pantalla de LED virtual y cinco botones con distintas funciones. El primero, de color verde, hace correr el robot; el segundo, de color naranja, hace girar el mBot; el tercero, de color morado, también hace girar el mBot de izquierda a derecha. El botón blanco de la izquierda sirve para encender las luces del robot y el derecho para activar el claxon mBot.

Figura 36. Pantalla del modo de juego en coche



Modo de juego: dibujar y ejecutar

Al iniciar este modo de juego por primera vez, nos muestra un pequeño tutorial de cómo utilizarlo. En la Figura 37 se puede ver un dibujo y un texto para saber cómo funciona.

Figura 37. Tutorial del modo de juego dibujar y ejecutar



Al tocar la pantalla, podemos saltar el tutorial y ver un panel de dibujo con un botón de *play* en el lado derecho de la Figura 38. En el espacio gris con la palabra “Go” es donde podemos dibujar el trayecto que queremos que siga el robot y con el botón de *play* hacemos que el robot recorra el camino que dibujamos.

Figura 38. Pantalla de dibujar y ejecutar



En la Figura 39 se puede ver un ejemplo de un dibujo para que el robot recorra esa trayectoria. En el lugar de inicio aparece un botón con una X para eliminarlo y hacer un nuevo recorrido.

Figura 39. Recorrido del mbot



Modo de juego: música

En este modo podemos ver una pantalla con cuatro botones en la parte superior y un teclado de piano en la parte inferior. Al presionar cada botón se reproduce una canción. De izquierda a derecha, estas canciones son: Navidad, estrellita, feliz cumpleaños. En el piano podemos tocar las siete notas musicales: Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, en ese orden, de izquierda a derecha, como se muestra en la Figura 40.

Figura 40. Pantalla del modo de juego música



Modo de juego: control de voz

Al igual que en el modo de dibujar y ejecutar, al entrar a este juego vemos un pequeño tutorial que nos muestra cómo utilizarlo. Para ello, tenemos que mantener presionado el botón del micrófono, decir uno de los comandos disponibles y soltar el botón del micrófono.

Figura 41. Tutorial del modo de juego por control de voz



Al saltar el tutorial, podemos ver en la Figura 42, a pesar de que el texto de la pantalla está todo en español, la aplicación no reconoce los comandos de voz en español.

Figura 42. Pantalla del modo de juego por control de voz



Al presionar en el signo “?” que está en la esquina superior derecha, podemos ver los comandos que puede reconocer la aplicación. De igual forma, estos comandos están disponibles en la Figura 43.

Figura 43. Comandos disponibles en el modo de juego por control de voz.



4. Bee-Bot

Primeros pasos

Uno de los robots utilizados en las primeras edades escolares entre 6 y 8 años es el Bee-Bot, para que los niños tengan su primer contacto con la robótica, tomando en cuenta que es muy fácil de usar porque solo cuenta con siete botones. Como se observa en la Figura 44, sus colores llaman la atención para iniciar a jugar programándolo e implementarlo en algunas actividades educativas y de movimiento con los niños.

Figura 44. Bee-Bot



Fuente: Ro-botica. (2021, 15 febrero). Ro-botica Global S.L

El Bee-Bot cuenta con diferentes movimientos, ideal para su uso en edades escolares. Los botones de color rojo funcionan para avanzar hacia adelante, atrás, izquierda y derecha, dependiendo de las veces que se presione el botón será la cantidad de movimientos que avanza en línea recta, puede girar en 90.º lo cual permite girar con base en las manecillas del reloj o en sentido contrario. Se puede utilizar en un tablero para ayudar a los niños con sentido del espacio que lo rodea (Sabena, 2017). Después de presionar los botones necesarios y darle la dirección al Bee-Bot, bastara con presionar el botón verde para ejecutar la secuencia de movimientos deseada, también cuenta con un botón para eliminar las instrucciones y por último, es para ponerlo en pausa al Bee-Bot.

5. Escornabot

Inicios

El robot Escornabot tiene la misma finalidad que el robot de Bee-Bot, con la diferencia que los niños que lo usarían serían entre ocho años en adelante, porque es necesario construirlo desde cero, lo cual implica conectar cada una de sus partes. Es un proyecto de *hardware* y *software* libre, por lo cual existen varias versiones, funciona con una tarjeta de Arduino nano y cuenta con los movimientos de adelante, atrás, izquierda y derecha, generados por cinco botones de diferentes colores (en la Figura 45 se observa el Escornabot armado). El uso del Escornabot puede implementarse en varias clases como lo es la Geografía y las Matemáticas, tomando en cuenta que también puede girar en

45.º y 90.º dependiendo de la presión de las pulsaciones.

Figura 45. Escornabot



Fuente: Escornabot. (n.d). Escornabot.Com.

Es muy útil para aplicarlo en juegos con tableros y resolver problemas de lógica-matemática, se ejecuta la acción y el Escornabot lo resolverá por si solo y vez que está resuelto el problema manualmente. Es un robot económico que cuenta con bastante información disponible en la Web para diferentes proyectos, su función es acercar la robótica a los niños y tener su primer acercamiento con ella.

A manera de cierre, estas opciones de robots que se les presenta son una referencia para aquellos educadores que quieren conocer de manera técnica los diferentes modelos que se encuentran en el mercado y sea una opción para comparar y evaluar la mejor opción para poner en práctica en los centros educativos.

Referencias

- Agnoletti M., Bianchini D. Daniela, L., Dreimane S., Gaudin A., Groenewolt P., Lourido, S., Manzani L., Micheli, E., Pedemonte G., Stein, J., Valli, D. (2018). *Educational Robotics eMedia*. Co-Funded by the Erasmus+Programme or the European Union. https://all-digital.org/wp-content/uploads/2019/12/eMedia_Educational_Robotics.pdf
- Álvarez-Herrero, J. F. (2021). Diseño y validación de un instrumento para la taxonomía de los robots de suelo en Educación Infantil. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* (60). Doi: <https://doi.org/10.12795/pixel-bit.78475>
- Catlin, D., Kandlhofer, M., Holmquist, S., Csizmadia, A. P., Angel-Fer-

- nandez, J., & Cabibihan, J. (2018). Edurobot taxonomy and Papert's paradigm. *Constructionism*, 2018, 151-159.
- Catlin, D., Kandlhofer, M., Holmquist, S., Csizmadia, A. P., Angel-Fernandez, J., & Cabibihan, J. J. (2019). Robots for Education: Online EduRobot Taxonomy. In: L. Daniela L. (eds), *Smart Learning with Educational Robotics* (pp. 333-338). Springer.
- Cruin A., Hendler J. (2000). *Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning (Interactive Technologies)*. Morgan Kaufmann
- Escornabot. (n.d.). Escornabot.Com. Retrieved June 17, 2021, from <https://escornabot.com/es/index>
- Galvis, Á. H. (2007). *Fundamentos de tecnología educativa*. Editorial EUNED
- Miller, D. P., Nourbakhsh, I. R., & Siegwart, R. (2008). Robots for Education. *Springer handbook of robotics*, 1283, 1301. doi:10.1007/978-3-540-30301-5_56
- Muñoz, J. (2018). *Iniciación a la robótica educativa con mbot de makeblock*. Editorial círculo rojo.
- RO-BOTICA es Distribuidor oficial de TTS en España. (n.d.). Ro-Botica. Com. June 17, 2021, from <https://ro-botica.com/tienda/BEE-BOT/Robots-infantiles-programables-TTS/>
- Prieto, M, Pech, S. Angulo, J. (2020). *Tecnología innovación y práctica educativa*, Editorial CIATA.org-UCLM
- Sabena, C. (2017). Task design in a paper and pencil and technological environment to promote inclusive learning: Springer International Publishing. Venta de productos Makeblock y Compatibles en España - Robótica Educativa Open Source. (n.d.). Makeblock.Es. Retrieved June 17, 2021, from <https://makeblock.es/>

Capítulo 5

Ejemplo de actividades prácticas de robótica en el aula

María Obdulia González Fernández¹

¹ Investigadora del Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, ogonzalez@cualtos.udg.mx

Resumen

Este capítulo da a conocer una propuesta de diversas actividades prácticas para la integración de la robótica educativa en el aula de educación primaria y secundaria. Se presentan 10 prácticas cuyo objetivo es utilizar la robótica que permita el aprendizaje de ciencia, tecnología, principios de ingeniería, arte y matemáticas (STEAM). Se espera que las diversas actividades propuestas desarrollen habilidades de comunicación, creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración en los estudiantes al momento de realizar los diferentes retos.

1. Introducción

Como se ha visto en los capítulos anteriores, la robótica educativa es una herramienta útil para promover aprendizajes significativos e innovar el aprendizaje STEAM. La integración de la robótica en el aula puede tener dos vertientes: como un taller complementario optativo o como una actividad transversal en la que se integra los contenidos curriculares.

La primera opción tiene como beneficio el tener un instructor especializado; las prácticas se pueden centrar en el desarrollo de habilidades específicas, como el desarrollo del pensamiento algorítmico y computacional. Sin embargo, se corre el riesgo que esta no sea accesible para el niño ya sea por falta de infraestructura escolar, desinterés, o sobresaturación de los talleres escolares (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2018).

Por otro lado, la aplicación como parte transversal del currículo es un apoyo a otras disciplinas, como las STEAM. Esta opción se considera como la mejor para la educación primaria, puesto que mejora los aprendizajes, al ser más llamativos y significativos para el estudiante. Otro de los beneficios es que aporta un aprendizaje más profundo, al mismo tiempo que beneficia el desarrollo de un conjunto de habilidades.

En países como Bélgica, Estonia, Francia o Israel se ha integrado la robótica educativa y el pensamiento computacional en el nivel de educación. Mientras que en Inglaterra la han incluido de manera obligatoria para los alumnos de esta etapa. Un ejemplo es que en alguno de estos países se ha creado una asignatura específica para tratar de estos contenidos, mientras

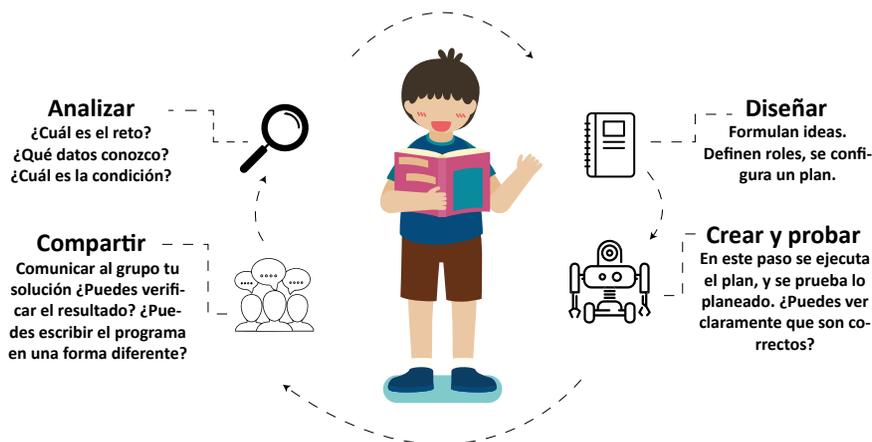
que en otros casos se ha integrado a los contenidos de forma transversal (Balanskat & Engelhardt, 2015).

Al adaptar ambientes mediados por la robótica se integra al currículo empatando las competencias y aprendizajes esperados marcados en el plan de estudios. Por tal motivo, se presenta un conjunto de prácticas que pueden aplicar en los diversos grados de educación básica.

2. Sugerencias metodológicas del sistema de prácticas

Para organizar el aprendizaje y el desarrollo de las prácticas se propone un desafío que el estudiante deberá resolver de manera colaborativa, para lo cual se invita a que se organice al grupo en equipos y realicen las tareas de analizar, diseñar, crear, probar y compartir. En el figura 1 se esquematizan estos momentos a partir de un conjunto de preguntas generadoras que se le pueden plantear al alumno para invitarlo a la reflexión y el desarrollo de la actividad.

Figura 1. Tareas para realizar para la resolución de los retos



- **Analizar:** Una parte importante en la resolución de un reto es que el estudiante comprenda perfectamente el problema y analice la forma para resolverlo. En este paso se invita a los estudiantes a que se reúnan en equipos y aporten sus ideas respecto a la comprensión del problema,

por lo tanto, se pueden plantear preguntas como: ¿Cuál es el resultado esperado del desafío? ¿Con qué datos contamos? ¿La información con la que se cuenta es suficiente para resolver el reto? ¿Qué es necesario investigar? y por último, ¿con qué herramientas se puede resolver el desafío?

- **Diseñar:** El segundo paso es diseñar un plan de acción para resolver el desafío, por lo tanto, es importante planificar cada paso que se debe de realizar. Se puede hacer una lista de pasos o diagramas para resolver el reto. Esta etapa es muy importante, ya que los niños pueden desarrollar su imaginación y creatividad, además de que colaboren en pro de la solución del reto. De acuerdo con Alonso (2012), se propone que respondan las siguientes preguntas: ¿Has empleado todos los datos? ¿Has empleado toda la condición? ¿Has considerado todas las nociones esenciales concernientes al desafío?
- **Crear y probar:** En este paso el equipo puede ejecutar el plan que plantearon en el paso anterior. En esta etapa se cuenta con todos los materiales necesarios, se conocen sus funciones y se toman las medidas necesarias para mantener la seguridad del estudiante y del material. La definición de roles es importante al momento de integrar los equipos y así garantizar un ambiente cordial. Después de crear se puede probar los diferentes desarrollos y evalúan los diseños al mismo tiempo que rediseñan para generar la solución más adecuada. Para probar el desarrollo se plantean las siguientes preguntas: ¿Puede verificar el resultado? ¿Puede ver claramente que pasos son correctos? y ¿Puedes obtener una solución diferente?
- **Comunicar:** Por último, los diferentes equipos expresan ante el grupo su solución, esto ayudará a que los estudiantes hagan un proceso de metacognición y analicen sus diferentes resultados. Se proponen las siguientes preguntas: ¿Se logró verificar el resultado? ¿Puedes escribir el programa o la solución de una forma diferente?

Las propuestas de prácticas están organizadas en seis apartados fundamentales:

- **Intención didáctica:** En este apartado se describe el objetivo educativo de la práctica, así como el conjunto de habilidades que se pretenden desarrollar.

- **Sugerencia de integración curricular:** Donde se plantea un contenido transversal, el cual se puede integrar la situación didáctica por medio de una solución robótica que articule los contenidos curriculares.
- **Desafío:** Es el planteamiento de una situación problema que el niño puede resolver a partir de un procedimiento y dar una solución creativa al reto planteado.
- **Material:** Se describe el conjunto de insumos y diversos materiales que se deben contemplar con antelación para la realización de la actividad.
- **Procedimiento:** Donde se sugieren un conjunto de pasos que los estudiantes deben de seguir para lograr dar una solución de reto.
- **Variante del reto:** Este espacio se sugiere a los docentes una variante de la actividad dependiendo el grado y conocimientos de los estudiantes.
- **Reflexión:** Este apartado estará dedicado a proporcionar información adicional y así relacionar la práctica realizada con algún conocimiento de su curricular, esto ayudará al paso definido como “Comunicar” al momento de realizar una puesta en común grupal.

Las prácticas que a continuación se proponen consideran el uso de robots que cuente con las características de sensores de luz e infrarrojos, además de sensores de ultrasónico y sigue-líneas. En cuanto a la programación, se sugiere que sea por bloques. Para este caso se propone el uso del modelo del robot mBot, ya que se basa en tecnología Arduino y puede ser programado en un lenguaje de bloques con mBlock derivado de Scratch.

3. Secuencia de prácticas

Práctica 1. Conocer mi robot

Intención didáctica:

El niño desarrollará sus habilidades digitales y el conocimiento del mBot. El niño en esta práctica inicial conocerá las partes de un robot y los principios de su programación por bloques de robots.

Sugerencia de integración curricular:

Autonomía curricular, desarrollo de habilidades digitales.

Desafío:

Hoy se presenta al mBot que es un robot muy curioso y juguetón, pero ahora es necesario que conozca sus partes para poder cuidarlo y programarlo. El reto es que identifique cada una de sus partes y las registre para que después se utilicen de forma correcta. También deberá conectar el robot a su interfaz de programación y hacer que el robot avance por lo menos cinco pasos.

Material:

- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5.0
- Robot mBot
- Accesorios de carga y control

Procedimiento:

1. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que defina el profesor; establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
2. Analizar y observar las diferentes partes del robot, identificar si estas realizan algunas de las funciones que tiene el cuerpo humano, al final compartir comentarios con el grupo.
3. Registrar cada una de las partes del robot que menciona el instructor y los pasos a seguir para encenderlo.
4. Identificar los diferentes elementos de la interfaz de programación de mBlock y registrar su funcionamiento.
5. Conectar el robot con la interfaz de programación, atender las medidas de seguridad del instructor.
6. Programar la instrucción para que el robot avance. Continuar con intentos en las que se combine las variables de velocidad y tiempo. Registrar los resultados para compartir con los compañeros.
7. Probar el primer código de mBlock en el mBot.
8. Compartir la experiencia al grupo, expresar los resultados y conclusiones. Se pueden plantear preguntas como: ¿Qué iconos utilizaron

para conectar el robot? ¿Cuáles fueron los bloques que utilizaron para avanzar? ¿Qué sucedió al cambiar los valores? ¿Cómo se llegó a dicho resultado?

Variante del reto:

En grupos de niños de edad entre seis a ocho años se puede utilizar la herramienta de Makeblock en la opción de “Coche” y aplicar los comandos de avance. Para complementar la actividad se puede pedir al grupo que responda las siguientes preguntas: En nuestra vida cotidiana ¿dónde podemos encontrar los robots? ¿Cuál es la función de la robótica en la sociedad? Si fueran inventores ¿Cómo realizarían un robot? ¿Qué funciones tendría su robot? Adicionalmente se puede pedir a los niños que dibujen sus creaciones de robots y que las muestren al grupo.

Reflexión:

Esta práctica se puede conocer las diferentes partes de un robot y su funcionamiento a partir de la programación. El niño puede estar familiarizado con el uso de la tecnología, pero al estar en contacto con herramientas como el robot ayudará a comprender la función que tiene la robótica en nuestra vida cotidiana y despertar el espíritu científico-tecnológico.

Es importante que en este tipo de actividades se promueva el pensamiento crítico que le ayuda al niño en el desarrollo de lógica para poder desarrollar sus proyectos.

Práctica 2. Disfraza al robot

Intención didáctica:

El estudiante se familiarizará con el manejo mecánico del robot además de darle un toque personal. Los robots en la vida cotidiana se encuentran en diferentes formas y realizan una infinidad de tareas, en esta actividad se invita a desarrollar su imaginación a partir de la manipulación de diferentes materiales para personalizar el robot.

Sugerencia de integración curricular:

En dicha práctica se integra el aspecto de educación socioemocional que pretende que el niño aprenda a escuchar y a respetar las ideas de los otros,

tanto en lo individual como en lo colectivo, y así construir un ambiente de trabajo colaborativo (Secretaría de Educación Pública, 2017).

Desafío:

Se encuentran en el mundo de los robots (Robotitlán) donde todos dicen ser iguales, pero al mismo tiempo diferentes. Por lo tanto, el desafío consiste en que el niño encuentre las cualidades diferentes de cada uno de los miembros de la ciudad.

Material:

- Tela
- Papel de colores
- Pegamento
- Tijeras y agujas para cocer
- Bloques que permitan ensamblar a la base del robot

Procedimiento:

1. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
2. Identificar las partes del robot y el personaje a transformar.
3. En equipo realizar el disfraz del robot; deberá tener la característica que se pueda quitar y colocar sin problema. Se recomienda no cubrir sus partes importantes como los sensores siguelíneas y el ultrasónico.
4. Presentar las creaciones de cada uno de los equipos.

Variante del reto:

Que el niño trate de inventar nuevas piezas para el robot existente y explique la función que tendrá.

Reflexión:

El trabajo colaborativo integra a los estudiantes para el logro de una meta en común con esta actividad los estudiantes pueden expresar sus diferentes percepciones que tienen acerca de personajes significativos, así desarrollar su imaginación. Esto permite que el robot tenga una personalidad única.

Práctica 3. Avanza y retrocede

Intención didáctica:

Aprenderá ubicarse en un plano y a configurar el ángulo para ver cómo el robot gira 45 grados cada vez que detecta un obstáculo, que es posible al variar la distancia de detección a un obstáculo, así como medir la velocidad del movimiento del robot mediante programación. Al aprender a dar una secuencia de instrucciones al robot al interpretar un trayecto.

Sugerencia de integración curricular:

Matemáticas, eje: Número, álgebra y variación; contenido: Proporcionalidad

Desafío:

Alguna vez se ha preguntado ¿Cómo es que existen los sistemas de medición en el mundo? ¿Qué pasaría si midiéramos con objetos que tenemos a nuestro alcance? ¿Qué objeto utilizarías? El siguiente reto es resolver el enigma escondido tras los movimientos del robot.

El robot mBot se puede mover a través de los comandos de avanzar y retroceder, pero hay que indicar la potencia que es la fuerza con la que podrá avanzar y el tiempo por lo que lo va a realizar. ¿Cómo podemos configurar el robot para que avance 10 pasos? ¿A cuánto equivalen 10 pasos en centímetros?

Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Reglas o cintas métricas
- Lápices u objetos que sean unidades de medidas

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que defina el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Establecer una unidad de medida convencional, puede ser pasos, mo-

chilas, o lápices, experimenta con el comando de avanzar y retroceder (se muestra en la figura 2).

Figura 2. Controles de avance y retroceso



4. Una vez experimentado con los comandos de avance y retroceso, diseñar un conjunto de combinación de comandos para que pruebes las equivalencias con una unidad de medida elegida. Al final ¿Cuáles fueron los valores que utilizaste para que avanzar 10 pasos con el robot? ¿Durante cuánto tiempo?
5. Realizar pruebas con el comando de retroceder a la misma potencia del avance ¿Sucede lo mismo?
6. Registrar en una tabla los hallazgos obtenidos.
7. Comunicar los resultados con el grupo, observar las soluciones de los diferentes equipos y comparar.

Variante del reto:

Para dar mayor complejidad al reto se puede utilizar unidades de medida establecidas como los centímetros y la regla para medir el avance del robot durante una determinada velocidad y tiempo. Por lo que el estudiante comprenderá los conceptos de potencia en una magnitud de tiempo.

Reflexión:

La programación del robot con comandos sencillos como el avanzar o retroceder pueden implicar para el niño múltiples aprendizajes y tareas que se pueden integrar de manera transversal al currículum de educación básica. Además de que motiva al niño a probar y aprender haciendo.

Práctica 4. Crea líneas curvas

Intención didáctica:

El niño en esta actividad comprenderá los conceptos de figuras geométricas con líneas curvas, además que puede involucrarse con conceptos de medición de figuras a partir de las unidades de medida de avance y velocidad del robot.

Sugerencia de integración curricular:

Matemáticas; eje: Forma, espacio y medida; contenido: Figuras y cuerpos geométricos.

Desafío:

Nos encontramos en un mundo curvo, donde las líneas totalmente rectas no existen ¿esto puede ser posible? Te invitamos a experimentar con el comando de giro del robot para la formación de movimientos curvos. Te reto a que se realicen movimientos para formar un círculo, elipses, óvalos y ovoides, puedes combinar movimientos de avanzar y retroceder.

Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Reglas o cintas métricas

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Construir un proyecto nuevo y experimentar con los comandos de avanzar, giro y parar.

Figura 3. Controles para programar giros en el mBot.



4. Diseñar un proyecto que contenga un conjunto de pasos para realizar una figura geométrica como un óvalo, círculo, ovoide o elipses. Si el estudiante desconoce el concepto de dichas figuras se invita a que investiguen los conceptos.
5. Probar y registrar la secuencia de instrucciones para realizar estas figuras.
6. Comunicar los resultados con el grupo, comparar las soluciones de los diferentes equipos. Pueden reflexionar ¿Cuál figura es la que se les dificultó? ¿Cuántos movimientos realizaron para cada una de las figuras? y ¿Pueden hacer otras figuras?

Variante del reto:

Como variante del reto se puede pedir que los niños midan las figuras geométricas utilizando una regla, también pueden hacer actividades que a partir de líneas curvas y rectas formen letras o figuras, para esto pueden reflexionar ¿Qué adecuaciones tienen que hacer al robot para colocar un marcador?

Reflexión:

Además de la reafirmación del conocimiento de figuras geométricas curvas, los niños pueden interactuar con la tecnología descubriendo como se construye un procedimiento.

Prácticas 5. Crear arte con el robot

Intención didáctica:

El niño experimentará la posibilidad de generar diferentes manifestaciones artísticas por medio de la programación del robot. Esto mediante la

realización de creaciones personales y la exploración de diversos materiales y la herramienta del robot, donde descubran los efectos de mezclar formas y colores.

Sugerencia de integración curricular: Área de desarrollo personal y social; Artes.

Desafío:

Jugar a convertirse en grandes pintores con la ayuda de nuestro amigo robot. Para esto se sugiere que realices una planificación de secuencias de movimientos del robot, que con la ayuda de pintura y marcadores podrán plasmar en papel para la creación de una obra abstracta. Cabe mencionar este tipo de arte moderno que toma elementos geométricos y cromáticos para representar sentimientos. Dos de sus representantes son Vasili Kandinski (1866-1896) y Willem de Kooning (1904-1997).

Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Pintura
- Marcadores de colores
- Papel Bond para rotafolio o cualquier tipo de papel de dimensiones mayores a los 60 cm

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que defina el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Realizar un plan en el que se involucren diversas figuras o expresiones que les gustaría que conformara una pintura en equipo, dar un significado a cada una de las figuras.
4. Generar un proyecto nuevo en Mblock con las acciones planificadas. Pueden realizar figura geométrica entrelazadas que al final formen la imagen. Es importante que se planifique los colores de marcadores o

pintura que se utilizará, ya sea para las ruedas o para el pincel del para-choques del robot.

5. Compartir con el grupo las creaciones y explicar lo que se representó, así como el sentimiento asociado. No olvidar realizar la limpieza necesaria de las piezas del robot para próximos usos.

Variante del reto:

Como variante se puede pedir a los estudiantes que generen una votación para elegir a la obra que les haya agradado más. Al igual pueden utilizar su imaginación para la representación de diversos sentimientos y hablar sobre ellos.

Reflexión:

El arte abstracto se basa en la combinación de un conjunto de figuras geométricas, el uso del robot puede propiciar la imaginación y colaboración entre niños para la conformación de figuras de arte geométrico. Con esto se desarrolla las habilidades STEAM en los niños. Con la ayuda del robot y la combinación de diferentes comandos se pueden crear obras únicas. Las experiencias artísticas potencializan el desarrollo de habilidades creativas para la solución de problemas.

Práctica 6. Carrera de robots

Intención didáctica:

Por medio de actividades de medición el niño identificará la relación que existe entre la potencia y el tiempo, además de identificar los beneficios que proporciona la electricidad como forma de energía.

Sugerencia de integración curricular: Ciencias Naturales; Eje: Materia, energía e interacciones; tema: Energía.

Desafío:

Se tiene una pista de carreras para lo cual cada equipo con su robot jugará una carrera, el ganador es el equipo que en menor tiempo llegue a la meta. Se recomienda generar una tabla con los registros de los tiempos y la po-

tencia a la que el robot se programó.

Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Cinta para marcar la salida y meta de la pista de carreras.

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Realizar un plan para que el robot corra de forma recta en el menor tiempo posible.
4. Realizar el reto de carreras de robots y llevar un registro de los tiempos y potencia de los diferentes equipos.
5. Comunicar al grupo los hallazgos encontrados, reflexiona: ¿Hubo equipos con las mismas marcas de tiempo en relación con la potencia? y ¿cuáles fueron sus similitudes y diferencias?

Variante del reto:

Una variante del reto es utilizar el comando de “avanzar a potencia (colocar porcentaje de potencia) durante (colocar valor en segundos)”, de tal forma que cada equipo haga sus programaciones y relacione el tiempo con la potencia.

Reflexión:

En esta práctica se aplicaron los conceptos de potencia, energía y tiempo. Identificaron que todos los robots con los mismos valores en los comandos obtuvieron resultados diferentes. Existe alguna relación entre la energía que cuenta la baterías del robot y la potencia a la que se conduce. ¿Qué sucede si las baterías del robot están cargadas al máximo?

Prácticas 7. La aspiradora

Intención didáctica:

Identificar el funcionamiento del sensor de proximidad para ubicar objetos y un trayecto dentro de un plano.

Sugerencia de integración curricular: Matemáticas; Eje: Forma espacio y medidas; tema: Ubicación espacial.

Desafío:

Imaginar que tienen una habitación cuadrada de un metro, por lo que debe de aspirarse sin chocar o se derriben objetos del cuarto. Por lo tanto, convertirás al robot en una aspiradora inteligente que deberá pasar por cada uno de los espacios de la habitación. En este reto se recomienda utilizar los controles de movimiento y de ultrasónico para evitar choques innecesarios.

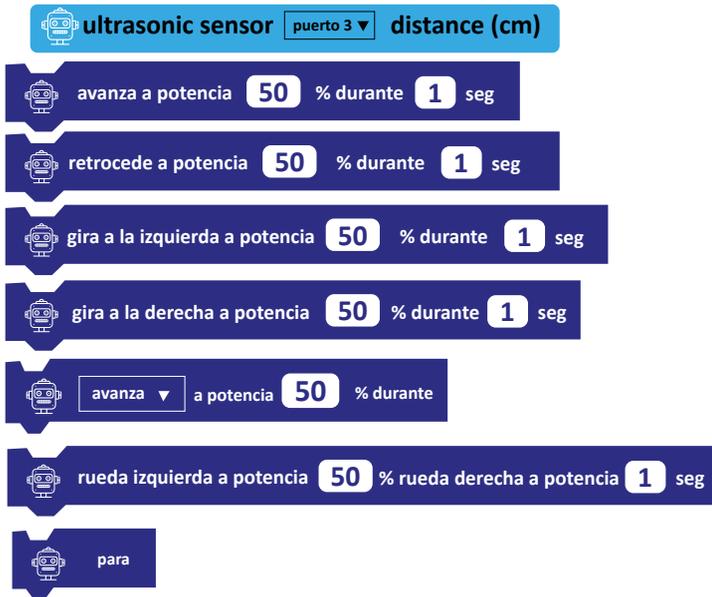
Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Cajas de cartón
- Cinta métrica

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Delimitar el área del reto, se puede colocar objetos como cajas de tal forma que tengas un cuadrado de un metro, en su interior agregar varios objetos que pueda esquivar el robot.
4. Prueba primeramente la función del sensor de ultrasónico distancia con diferentes distancias en centímetros y los comandos de avanzar, girar, retrocede y para (ver figura 4).

Figura 4. Controles para el funcionamiento del sensor ultrasónico.



5. Una vez que se experimente con los comandos de la figura 4 se procede al diseño de un conjunto de combinación de comandos para recorrer el cuadrado de un metro que será una habitación, recordar ¿Qué movimientos puede realizar una vez que encuentre una pared derecha o izquierda, así como objetos en su camino? Para facilitar el libre movimiento del robot se aconseja utilizar el bloque condicional “si... Entonces/si no”. Por lo tanto, si la distancia es menor a 5 cm retroceder y girar (ver figura 5).

Figura 5. Comandos de estructuras de control.



6. Realizar pruebas necesarias y registrar en una tabla los hallazgos que se obtuvieron.
7. Comunicar los resultados con el grupo, observar las soluciones de los diferentes equipos y comparar.

Variante del reto:

Una de las variantes del reto es que se invite a los alumnos a programar los sensores de proximidad y el avisador acústico de tal forma que cuando el robot se va acercando a un objeto emita un sonido. A medida que la distancia sea menor, la frecuencia del sonido sea mayor. Esto se puede lograr con el comando reproducir tono (ver figura 6).

Figura 6. Combinación de comandos para programar en sonar del mBot



Como pista se sugiere vincular el tiempo de espera entre pitidos y la distancia. Por lo tanto, es necesario dividir entre 100. Esta variante del reto implica que los estudiantes profundicen en contenidos como conversión y relación entre unidades de medida.

Reflexión:

En la figura 7 se presenta los sensores del robot, estos permiten recibir información del ambiente en el caso de que el sensor de ultrasonidos o de distancia detecte proximidad. Estos permiten medir la distancia de los objetos desde 3 cm hasta 4 m.

Figura 7. Sensor Ultrasónico



Sin embargo, se requiere que los objetos se encuentren en un ángulo frontal de 30.º de apertura (izquierda-derecha). Este sensor es equivalente al sentido de la vista, de tal manera que se pueden configurar diferentes prácticas para integrar los conocimientos de la ubicación espacial por medio del robot.

Práctica 8. Robot obediente

Intención didáctica:

El estudiante identificará la electricidad como forma de energía, reconoce y valora sus usos cotidianos.

Sugerencia de integración curricular: Ciencias Naturales; Eje: Materia, energía e interacciones; tema: Energía.

Desafío:

Los estudiantes imaginaron que el robot es una mascota que espera ser acariciado; por lo tanto, si observa que una mano o un objeto se acerca él caminará hacia ella, pero cuando está próxima parará y emitirá un sonido. Para esto se te recomienda usar un bloque de control que verifique si la distancia es inferior a 60 cm avance, si es menor a 4 cm se detenga y emita un sonido y si la distancia es mayor a los 60 cm también se detenga sin emitir sonidos.

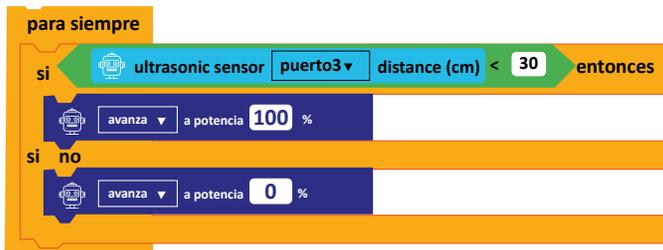
Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Planificar los diferentes pasos que debe seguir para ejecutar el desafío. Se recuerda que se deben utilizar tres sentencias condicionales y al mismo tiempo el bloque ultrasónico (ver Figura 8).

Figura 8. Bloque para la programación mediante estructuras de control del sensor ultrasónico.



4. Comprobar la solución, si hay algo que corregir se puedes hacer. Recordar registrar la solución para compartir con los compañeros.
5. Compartir con el grupo las diferentes soluciones.

Variante del reto:

El reto puede variar dependiendo de los conocimientos de los estudiantes en el uso de condicionantes, al mismo tiempo, se puede utilizar el sensor ultrasónico para otras prácticas como el disputar un partido de futbol o una guerra de robots.

Reflexión:

El conocer las funcionalidades de los sensores de proximidad da una variedad infinita de retos que se pueden invitar a los estudiantes a realizar. Te invito a que tus alumnos te propongan nuevos desafíos.

Práctica 9. El tren y el tiempo

Intención didáctica:

Introducir al niño en el manejo del uso del sensor sigue línea, además que se inicia en el conocimiento de los sensores de luz.

Sugerencia de integración curricular: Al mismo tiempo, se puede integrar los contenidos en la asignatura de ciencias naturales; Eje: Materia, energía e interacciones; tema: Energía. Donde se explique el funcionamiento del sensor sigue líneas.

Desafío:

Ahora el robot se convertirá en tren, por lo tanto, es necesario construir su pista, este tren de preferencia requiere una pista circular. El niño puede construir la pista con cinta aislante por lo que puedes agregar inclinaciones. La tarea principal es realizar una rutina para que el tren no salga de la línea negra. Es importante mencionar que el robot mBot tiene tres estados de línea oscura; 0 si se detecta en ambos lados, 1 el lado izquierdo y 2 el lado derecho y por último, 3 si no se detecta una línea oscura.

Material:

- Robot mBot
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5
- Papel blanco para realizar la pista o en su defecto la pista que viene dentro del paquete de mBot
- Cinta aislante para ubicación de puntos

Procedimiento:

1. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
2. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que define el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.
3. Identificar el comando de Sigue-línea, además de identificar los bloques de código para programar dicho sensor (ver Figura 9 y 10).

Figura 9. Sensor sigue-líneas

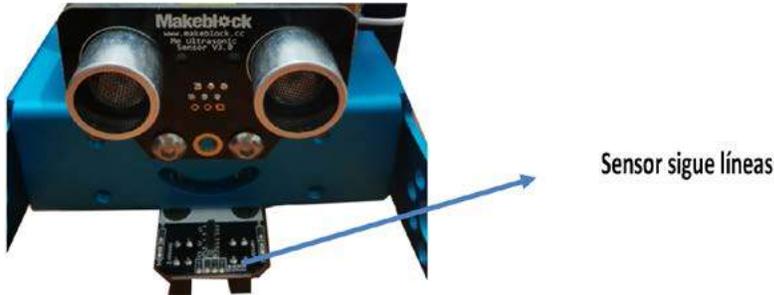
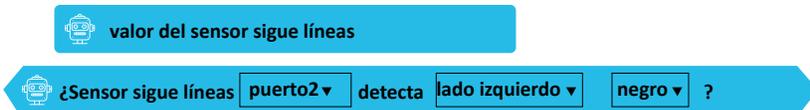


Figura 10. Comandos de mBlock para programar el sensor sigue líneas.



4. Realizar un plan para la programación del robot considerando un bloque “Para siempre” y por lo menos 3 estructuras de control “Si...entonces”.
5. Probar la solución, si hay algo que corregir lo puedes hacer. Recordar registrar la solución para compartir con tus compañeros y medir el tiempo que le tomó al tren recorrer la pista. Realizar modificaciones para aumentar o disminuir tiempo en de comando de “avanzar”.
6. Compartir soluciones con el grupo.

Variante del reto:

Se pueden hacer varias actividades como por ejemplo: El robot podrá avanzar en una hoja en blanco y parar cuando detecte el final de la misma. O generar una pista con inclinaciones y obstáculos son otras opciones.

Reflexión:

Es importante que el niño aprenda a aplicar la programación por bloques en sus diferentes sentencias de control. Reflexionar con el grupo ¿Cuántas se utilizaron y de qué forma? ¿Se podrían haber utilizado menos? Con esta activada los estudiantes se adentran más al mundo de la programación y

aplican las nociones electrónicas, mecánicas y de programación informática.

Práctica 10. Encuentra la salida

Intención didáctica:

El estudiante aprenderá a ubicarse en un plano y a configurar un ángulo con la finalidad de que el robot gire 45 grados cada vez que detecta un obstáculo, así como medir la velocidad del movimiento del robot mediante programación. Al mismo tiempo, aprender a dar una secuencia de instrucciones al robot para lograr recorrer un trayecto.

Sugerencia de integración curricular:

Matemáticas, eje: Forma espacio y mediada, contenido: Ubicación espacial.

Desafío:

En un país lejano llamado Tecnotitlán se encontraba un laberinto que ningún robot ha podido superar, por lo que el reto es generar una secuencia de pasos para que el robot no se quede atrapado. El robot deberá seguir este camino solo, evitando los obstáculos, a partir de una secuencia de pasos programados en el *software* de mBlock.

Recuerda que el robot tiene un sensor de proximidad que detecta un objeto a una cierta distancia, por lo que deberás prever el giro correcto para poder salir del laberinto.

Material:

- Cajas de cartón para generar un laberinto
- Dispositivo con lenguaje de programación por bloques mBlock versión 5.0
- Robot mbot
- Accesorios de carga y control

Procedimiento:

1. Construir de manera grupal un laberinto: Colocar varias cajas en el suelo, de manera que se marque un camino.
2. Preparar el robot y realizar la conexiones de la tableta con mBlock.
3. Conformar equipos de acuerdo con el número de integrantes que de-

fin a el profesor, establecer roles y turnos de participación de cada uno de los integrantes.

4. Analizar las diferentes formas del laberinto, realizar una lista de posibles opciones que tendrá el robot de giros para poder salir del laberinto.
5. Diseñar un conjunto de pasos para que el robot, de manera autónoma, salga del laberinto, pueden dibujar los pasos a seguir. Por ejemplo, avanzar en línea recta, si hay obstáculo girar izquierda o derecha.
6. Programar los pasos diseñados. Si utilizas mBlock, puedes utilizar los bloques de condicional, repetición y avanzar, retroceder y girar.
7. Comunica tus resultados con tu grupo, observa las soluciones de los diferentes equipos y compara.

Variante del reto:

Se considera que con niños de edad entre seis y ocho años se puede utilizar la herramienta de MakeBlock app para su programación. El estudiante registre los movimientos que realizó con el robot en una tabla.

Reflexión:

En esta práctica se pudieron aplicar las diferentes condicionales para definir la ruta correcta de escape autónomo del robot. Para reflexionar con el grupo podemos preguntarnos ¿Cuál fue la solución más efectiva? ¿Cuántos pasos realizó cada uno de los equipos? y ¿Cuáles fueron los obstáculos que se presentaron durante la resolución del reto?

En esta actividad los estudiantes desarrollan su ubicación espacial, sobre todo el ubicar objetos en un plano. Además, la actividad propicia la resiliencia y la tolerancia a la frustración cuando no consigue llegar al objetivo, el buscar apoyo del grupo para resolver el reto ayudará a desarrollar diferentes estrategias.

Referencias

Alonso, J. A. (2012). *El método de Pólya para resolver problemas*. Obtenido de <https://www.glc.us.es/~jalonso/vestigium/el-metodo-de-polya-para-resolver-problemas/>

- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). computer programming and coding priorities, school curricula and initiatives across Europe. *European schoolnet*.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes Claves para una educación integral*. Ciudad de México: SEP. <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index.html>

Capítulo 6

Experiencias prácticas de robótica educativa en Secundaria y Bachillerato

*Francisco José Ruiz Rey¹
José María Sánchez Nosea²*

¹ Investigador de la Universidad de Málaga, fruízrey@uma.es

² Profesor del Colegio Salliver (Fuengirola, Málaga), <http://nosea.arq@gmail.com>

Resumen

El capítulo que presentamos tiene la pretensión de aportar experiencias concretas de uso de la Robótica Educativa en entornos educativos de Secundaria y Bachillerato. Para ello, antes de la presentación de las experiencias concretas, se define la robótica educativa y se la relaciona con las competencias que genera en entornos multidisciplinares que propician aprendizajes basados en la experiencia y el trabajo colaborativo. Estos ambientes y entornos multidisciplinares permiten la integración significativa de diferentes disciplinas que se resumen en las siglas STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics). Posteriormente, se relaciona la robótica educativa con diferentes metodologías didácticas como el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje experiencial.

A continuación, se introduce el concepto de pensamiento computacional y su utilidad más allá de los entornos meramente computacionales, junto con la posibilidad de integrarlo en los entornos escolares. En referencia al pensamiento computacional el capítulo aporta documentación y espacios web de interés, además de herramientas y *software* específico para implementarlo en las aulas de Secundaria y Bachillerato. Por último, se desarrollan ejemplos de buenas prácticas de uso de la robótica educativa en entornos educativos de Secundaria y Bachillerato. La pretensión final del capítulo ha sido aportar al profesorado nociones básicas de robótica educativa y pensamiento computacional, junto con la puesta en valor de buenas prácticas de aula que sirvan a los docentes para acceder al conocimiento práctico sobre estos temas.

1. Introducción

La robótica educativa o pedagógica, como también es conocida, “es una disciplina que tiene por objeto la concepción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos” (Ruiz-Velasco, 2007). La idea es potenciar las competencias del alumnado generando entornos multidisciplinares que propicien aprendizajes experienciales mediante la construcción y robotización de objetos.

La interdisciplinaridad cobra protagonismo al trabajar con áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, lo que en inglés se conoce con las

siglas STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). En este sentido, estos ambientes multidisciplinares fortalecen el pensamiento sistémico de los estudiantes y les permiten desarrollar nuevas habilidades. Sin duda, la construcción de un recurso robótico requiere de la puesta en práctica de conocimientos de electricidad, mecánica, electrónica o informática, por lo que será necesario conocer lenguajes de programación para controlar el dispositivo creado (Liang, Readle y Alder, 2006; Ruiz-Velasco, 2007).

En el campo de la educación, la robótica promueve el desarrollo de competencias así como a través de la multidisciplinariedad genera ambientes de aprendizaje mediante problemas del mundo real, ofreciendo al alumnado un espacio en el que imaginar y formular posibles soluciones para generar ideas nuevas promovidas por la motivación (Aliane *et al.*, 2007).

Estos ambientes de aprendizaje propician la adquisición de aprendizajes significativos mediante la experimentación y la exploración del entorno, involucrando diversas áreas del conocimiento como la electrónica o la informática que promueven un entorno integrador para la enseñanza (Barker & Bradley, 2012; Benitti, 2012; Khine, 2017). Podemos afirmar que los estudiantes aprenden más si son ellos quienes construyen y reflexionan a partir de esas experiencias partiendo bien de conocimientos que ya tenían o bien, conocimientos adquiridos para tal fin (Karlin & Viani, 2001).

Desde un enfoque pedagógico, “la robótica educativa está relacionada con el aprendizaje por proyectos, el trabajo en equipo y la resolución de problemas” (Ruiz *et al.*, 2018, p.4). Se sustenta sobre la teoría pedagógica del constructivismo de Piaget, el construccionismo de Papert y el conectivismo de Siemens. A través de estas teorías se promueve el desarrollo cognitivo, la capacidad creativa o el pensamiento sistémico (Andrade, 2007), entre otros.

Más concretamente, la robótica educativa se relaciona con las metodologías asociadas al aprendizaje experiencial y el aprendizaje por proyectos. Este último constituye una oportunidad de fomentar aprendizajes activos de forma transversal y multidisciplinar, mejorando la integración de los conocimientos mediante la aplicación de éstos (Alcober *et al.*, 2003). El trabajo por proyectos refuerza el aprendizaje de competencias educativas (González, 2008), estableciendo espacios de aprendizaje disruptivo en los que se potencian las habilidades blandas, la cooperación y el respeto, además de propiciar que los procesos de enseñanza se tornen inclusivos dando protagonismo al estudiante (Bass, 2012).

Pensamiento computacional

El pensamiento computacional se contextualiza en la necesidad de una nueva alfabetización digital, entendiendo esta como la adaptación y capacitación necesarias en el nuevo marco de la evolución tecnológica actual. En los centros escolares debe proponerse la alfabetización digital, pero también la lingüística y numérica (Llorens-Largo, 2015). La alfabetización digital puede entenderse como la capacidad de utilizar eficazmente recursos localizados en fuentes digitales (Eshet, 2004). Y esta, implica la distinción entre conceptos y hechos, insistiendo en la importancia de una evaluación minuciosa de la información así como un análisis inteligente, prestando atención a la síntesis (Bawden, 2008).

Una vez comentadas algunas ideas sobre alfabetización digital, pasamos a reflexionar sobre el concepto de pensamiento computacional. Podemos afirmar que el pensamiento computacional “consiste en la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática” (Wing, 2006, p.33). Para ello, se requiere de habilidades propias del pensamiento computacional que resultan de utilidad para toda la población, y que deben orientarse hacia estudiantes y en particular, a las mujeres, aproximando a conceptos y contenidos de programación y pensamiento computacional (Repenning, Webb & Ioannidou, 2010). En este sentido, existe una preocupación muy extendida por introducir la informática desde edades tempranas o, incluso, desde la propia guardería (Bers, Flannery, Kazakoff & Sullivan, 2014), idea que a nivel internacional ha tenido gran aceptación, con enseñanzas de introducción a la programación en los más pequeños (Balanskat & Engelhardt, 2015).

En definitiva, el pensamiento computacional consiste en un enfoque que persigue empoderar la integración de las tecnologías digitales mediante ideas humanas para resolver problemas. Todo ello reforzando habilidades como la creatividad y el pensamiento crítico, además de promover formas de organizar la resolución del problema de forma que el ordenador sirva de ayuda (CSTA & ISTE, 2011, p.8).

El desarrollo del pensamiento computacional, entendido como un proceso cognitivo o de pensamiento que comporta un razonamiento lógico

mediante el que se resuelven problemas, y que permite entender mejor los artefactos tecnológicos, procedimientos y sistemas, puede ayudar a mejorar diferentes capacidades y habilidades (Csizmadia *et al.*, 2015) como:

- La reformulación de problemas para su adaptación a la computación.
- La organización de datos para alcanzar conclusiones.
- La representación de los datos.
- La automatización a través del diseño de algoritmos.
- La codificación y creación del programa.
- La depuración en el caso de error.
- El análisis de soluciones.
- La generalización y transferencia de esas soluciones a otros entornos.

Asimismo, el pensamiento computacional genera actitudes positivas como la confianza, la comunicación, la persistencia pese a la aparición de problemas complejos y la habilidad para resolverlos (ISTE, 2012).

Por otra parte, el informe proporcionado por el Joint Research Center de la Unión Europea (Bocconi *et al.*, 2016) que ha realizado un análisis de las políticas en la Unión Europea y de otros países, concluye que es necesaria la integración del pensamiento computacional en niños y jóvenes pues facilita el pensamiento divergente, la expresión a través de diferentes medios, la resolución de problemas en entornos reales y el análisis de temas de la vida cotidiana desde una perspectiva distinta. También la integración del pensamiento computacional permite el crecimiento económico y la preparación para futuros empleos.

El debate que se plantea en los entornos escolares acerca del pensamiento computacional es cómo integrarlo en los currículos escolares. A este respecto se plantean varios modelos diferentes: a) como una asignatura de entidad propia en educación secundaria (Bocconi *et al.*, 2016); b) integrado curricularmente en diferentes áreas y asignaturas; c) mediante modelos de actividades extraescolares.

El modelo basado en la integración curricular en las diferentes asignaturas tiene como objetivo que todo el mundo aprenda a usar las técnicas relacionadas con la computación en la resolución de problemas de diversas disciplinas y plantearse la formulación de nuevas cuestiones que pue-

dan ser exploradas de modo adecuado con las herramientas derivadas del pensamiento computacional (Hemmendinger, 2010). Barr & Stephenson (2011), Lu & Fletcher (2009) o Sengupta *et al.* (2013), entre otros, nos ofrecen ejemplos de integración del pensamiento computacional en diferentes áreas y disciplinas. Sin embargo, aunque existen algunos ejemplos en este sentido, no existe un modelo didáctico bien definido sobre el pensamiento computacional en el espacio formativo de la formación inicial y permanente, apenas se ha comenzado a investigar (Adell *et al.*, 2017; González *et al.*, 2018; Yadav *et al.*, 2017).

Espacios web y documentación de pensamiento computacional

En la red y en espacios como el INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías y Formación del Profesorado, de España) podemos encontrar documentación, herramientas, formación, proyectos y ejemplos de implementación del pensamiento computacional en las aulas. Algunos documentos, herramientas y espacios son los siguientes:

Escuela de Pensamiento computacional e Inteligencia Artificial, cuya URL de acceso es <https://intef.es/tecnologia-educativa/pensamiento-computacional/>. Se trata de un proyecto del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España, desarrollado en un entorno de colaboración con las Consejerías y Departamentos de Educación de las Comunidades y Ciudades Autónomas del país. Se presenta como un espacio para los profesionales de la educación donde pueden encontrar multitud de recursos educativos abiertos que pueden utilizar para la docencia, utilizando la programación y la robótica.

Code.intef. Por su parte, el enlace <http://code.intef.es/> proporciona recursos, formación, informes, iniciativas y noticias relacionadas con el pensamiento computacional en el aula.

Espacio de noticias en el INTEF sobre pensamiento computacional. La URL de acceso es <https://intef.es/tag/pensamiento-computacional/> y proporciona noticias diversas en las que se habla de pensamiento computacional en el aula.

MIT App Inventor. Tiene acceso a través del enlace <http://ai2.appinventor.mit.edu/>. Se trata de una herramienta creada por el MIT (Instituto

Tecnológico de Massachusetts) y que, posteriormente, fue adoptada por Google para ofrecer a los usuarios una forma sencilla de crear apps para dispositivos Android.

Programamos.es. Ofrece acceso a través de <https://programamos.es/>. Es un proyecto centrado en el análisis de cómo los estudiantes se relacionan con la tecnología, específicamente su paso de meros consumidores a creadores como, por ejemplo, programando videojuegos o desarrollando apps para móviles. Además, este proyecto ofrece formación, investigación, recursos, eventos así como, una red de comunicación entre profesionales del sector.

Minicursos sobre pensamiento computacional en Codeweek. La URL de acceso es <https://codeweek.eu/training> y se trata de un espacio web que ofrece minicursos con materiales formativos sobre pensamiento computacional, programación visual, videojuegos educativos, acceso a la inteligencia artificial, etcétera.

Pilas Bloques. La URL de acceso es <https://pilasbloques.program.ar/> y se trata de una herramienta (con licencia GPL) para que los estudiantes de Primaria y primeros cursos de Secundaria se sumerjan y den sus primeros pasos en el mundo de la programación practicando con algoritmos a través de juegos y superación de retos.

Aplicaciones para trabajar el pensamiento computacional en las aulas de Secundaria y Bachillerato

A continuación, proponemos algunas herramientas de interés para trabajar el pensamiento computacional y la robótica educativa en Secundaria y Bachillerato:

Scratch. Es un *software* gratuito creado por el MIT, que anima por su sencillez a dar nuestros primeros pasos en programación, desarrollando el pensamiento computacional al utilizar animaciones con las que el usuario puede interactuar. Enlace de acceso: <https://scratch.mit.edu/>.

Code.org. Es una fundación internacional sin ánimo de lucro que tiene como objetivo la promoción del pensamiento computacional. Destacan sus conocidos tutoriales autoguiados llamados “La hora del código”. Además, cuenta con un apartado de noticias de actualidad en la temática,

contenido a través de sencillos manuales, multitud de recursos. Enlace de acceso: <https://code.org/>.

Snap! Esta herramienta está relacionada con la vista anteriormente, Scratch, al tratarse de una extensión de la misma elaborada por la Universidad de California, que ofrece a los usuarios la posibilidad de construir procedimientos. En este caso, es recomendada en edades más adultas como estudiantes de secundaria o universitarios. Enlace de acceso <https://snap.berkeley.edu>.

Robomind. Se trata de una herramienta que nos ofrece la posibilidad programar el comportamiento de un robot. Para ello, ofrece multitud de acciones, procedimientos, bucles. Al igual que la anterior, está recomendada para estudiantes más adultos, como alumnado de secundaria o universitarios. Enlace de acceso: <https://www.robomind.net>.

Tynker. Con esta herramienta, estudiantes con edades superiores a los 8 años pueden diseñar juegos o apps para dispositivos móviles. Enlace de acceso: <https://www.tynker.com/>.

Lightbot. Consiste en una aplicación en línea o de descarga para Android/iOS que ofrece un juego de programación visual con un total de 20 niveles en los que hay que enfrentar y resolver diversas situaciones a través de la conexión de una secuencia de bloques. Está recomendada para alumnado de educación primaria o secundaria. Enlace de acceso: <https://www.lightbot.com/>.

Alice. En este caso, se trata de un software gratuito que requiere de una instalación previa en el ordenador y que permite, entre otras creaciones, el desarrollo de animaciones interactivas o narración de historias. Se recomienda para estudiantes de nivel Bachillerato y para estudiantes universitarios. Enlace de acceso: <https://www.alice.org/>.

Stencyl. Al igual que el anterior, se trata de un *software* que requiere de una instalación previa en nuestro dispositivo para crear juegos que posteriormente podremos publicar en la red a través de la programación visual. Está recomendado para estudiantes de Secundaria. Enlace de acceso: <http://www.stencyl.com/>.

MIT App Inventor. Esta herramienta es muy completa y gratuita creada por el MIT. Está basada en la herramienta de Scratch, mencionada anteriormente y, se centra en el diseño de aplicaciones para dispositivos móviles. Enlace de acceso: <http://appinventor.mit.edu/>.

CSUnplugged.org. Esta herramienta está recomendada para el inicio en la lógica computacional, y ofrece una diversidad de juegos, puzzles, tarjetas, cartulinas, etc. Enlace de acceso: <https://csunplugged.org/es/>.

2. Experiencias de robótica en centros de Secundaria y Bachillerato

En este apartado proponemos algunas experiencias desarrolladas en centros de Secundaria y Bachillerato sobre robótica educativa, junto con algunas actuaciones de las comunidades autónomas de España para fomentar el uso de la programación, la robótica y el pensamiento computacional:

Colegio La Inmaculada (Alcañiz, Teruel). Se trata de una propuesta que reúne la robótica, la programación y el diseño 3D para trabajar por proyectos. Es un proyecto denominado “Programación de las cosas” que, mediante la construcción de una maceta inteligente, intenta promover competencias clave relacionadas con STEAM. Pretende el desarrollo de competencias clave mediante asignaciones de roles concretos a los alumnos.

IES Turaniana de Roquetas de Mar (Almería). La propuesta consistía en la creación de una asignatura de robótica optativa de libre configuración en 4.º de ESO, evaluable e integrada en el currículo de Secundaria. Para implementar y poner en práctica dicha asignatura hubo que realizar su diseño, elaborando desde el inicio los materiales educativos necesarios con fichas, actividades, unidades didácticas, etc. Los contenidos de la asignatura se repartían en seis temas como sigue: a) conceptos básicos de robótica; b) control de motores; c) navegación de vehículos; d) pantallas, botones y altavoz; e) manejo de sensores y f) robots de aplicación.

Bitbot.cat. Programa de la Secretaría de Telecomunicaciones, Ciberseguridad y Sociedad Digital de la Generalitat de Cataluña, en colaboración con el Departamento de Educación, cuya pretensión es promover la robótica y la programación mediante actividades extraescolares, mejorando la competencia digital de los estudiantes. Es una iniciativa basada en el acercamiento a las familias y la promoción de la capacitación de monitores especializados.

Código 21. Es un proyecto de colaboración entre el Departamento de Educación, la Universidad Pública de Navarra y el Planetario, cuyo objetivo es el desarrollo del pensamiento computacional.

El cable amarillo. Es un programa de la Región de Murcia cuyo objetivo fundamental es implementar situaciones de carácter educativo para potenciar el razonamiento lógico-matemático de los estudiantes de Secundaria, además de establecer escenarios colaborativos entre centros de la región.

Impulsem la Robótica. Es un programa del Gobierno de la Generalitat de Cataluña basado en trabajo por proyectos sobre la plataforma Arduino. Su objetivo principal es que los estudiantes utilicen una perspectiva abierta y activa, trabajando en plataformas abiertas en entornos *software* y *hardware* libre. Utiliza un *kit* con componentes electrónicos, elementos mecánicos y otros dispositivos de control para que los usen alumnos de 4.º de ESO en la asignatura de Tecnología.

Proyecto EDUROVs. Este proyecto, titulado “Taller para la atracción y motivación de escolares en secundaria hacia la ingeniería mediante la construcción y operación remota de vehículos submarinos (ROVs)”, consiste en una iniciativa de la Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN), en colaboración con el grupo VICOROB (Computer Vision and Robotics Group) de la Universidad de Girona. El proyecto consiste en la construcción de robots submarinos operados por control remoto de forma cooperativa entre profesores y alumnos, para posteriormente realizar un encuentro con otros centros docentes.

Retotech. Es un certamen cuya finalidad es impulsar proyectos que buscan la transformación y la innovación en entornos educativos, mediante la programación y la robótica. El Gobierno de la Comunidad de Madrid y Fundación Endesa son los socios colaboradores del proyecto.

Robotet. En este caso, el Instituto de Educación Secundaria José Rodrigo Botet de la Comunidad Valenciana, realiza un concurso anual para estudiantes de Secundaria y Ciclos Formativos, con el propósito de que los estudiantes desarrollen algoritmos de programación.

Scratch Challenge. Iniciativa del Gobierno de la Generalitat de Cataluña para estimular la creatividad en Primaria y primeros cursos de Secundaria mediante el trabajo con el pensamiento computacional.

3. Proyecto integral de robótica del Colegio Salliver de Fuengirola

Este proyecto plantea una unidad teórica en la que el alumnado puede poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la etapa de educación secundaria. Presentarán un proyecto de robótica que habrán diseñado íntegramente y que incluya: Programación en Arduino, diseño y programación de apps y diseño e impresión 3d. El profesor responsable es D. José María Sánchez Nosea.

Introducción

Hoy en día, la educación en STEAM y en robótica y programación en particular, ha llegado a ser esencial en el aula. Cada vez son más las profesiones que demandan habilidades relacionadas con la programación. Sin embargo, el paradigma de la educación en robótica puede pecar de dejar de lado el desarrollo de la creatividad asociada a la construcción de máquinas que resuelvan problemas nuevos o a los que no se había prestado especial atención. Abordar la robótica desde el proyecto integral ayuda a que los estudiantes plasmen sus inquietudes, intereses y valores en una máquina/robot. A lo largo de este proceso irán surgiendo las dificultades propias de este tipo de actividades. Llegado el momento, deberán ser capaces de reconducir o adaptar sus proyectos para hacerlos factibles.

En este camino que culmina con la construcción del prototipo final, se consigue que el alumnado no pierda el interés y se comprometa firmemente con su trabajo. Desde este lugar, e independientemente de sus inquietudes o metas profesionales, aprenderán el valor de la robótica en la sociedad actual. Todo este trabajo no puede dejar de lado el trabajo cooperativo como herramienta fundamental, no ya solo profesionalmente, sino como parte del aprendizaje. Proyectos como este son la oportunidad perfecta para resaltar las diferentes habilidades dentro de un grupo y ponerlas en valor. Un proyecto con un alto nivel de creatividad abrirá el debate y activará la capacidad de aprender de los estudiantes.

Antecedentes teóricos

El Colegio Salliver, centro educativo que imparte a sus estudiantes una formación integral en todas las etapas educativas, desde Preescolar y Educación Infantil hasta Bachillerato, lleva años implantando un modelo educativo en el que la tecnología es uno de sus pilares fundamentales. Actualmente, y en la etapa de secundaria, se ha establecido un programa de aprendizaje de robótica y programación basado en tres aspectos fundamentales:

- La robótica. Se aborda desde distintas tecnologías (Crumble, Arduino) con lenguajes de programación visuales y textuales. Como apoyo al trabajo con Arduino, también se trabaja en el aprendizaje de electrónica digital.
- El diseño de aplicaciones para móvil. Como parte ineludible de la realidad actual, se enseña a los estudiantes a diseñar y a programar aplicaciones para móviles a través de AppInventor.
- Diseño e impresión 3D. Se diseñan objetos con Tinkercad que posteriormente serán procesados con programas de laminación para su impresión 3D.

Todos estos aprendizajes se abordan a la vez que se van desarrollando otros contenidos del currículo de la asignatura de tecnología: mecanismos, estructuras, instalaciones, etc. El modelo de esta unidad teórica se basa en Retotech, de la Fundación Endesa, en el que el colegio participa desde hace dos años y en el que se desarrollan proyectos similares.

Descripción de la experiencia

Contexto de la experiencia

La experiencia se desarrolla en el segundo trimestre del cuarto curso de Secundaria. Consideramos que este es el momento idóneo para una actividad así, ya que los estudiantes han adquirido suficientes conocimientos, en todos los campos relacionados con la materia, como para afrontar el pro-

yecto al que se enfrentan. La unidad tendrá una duración de 12 sesiones y el alumnado trabajará en grupos de 4 componentes.

Objetivos

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Desarrollar la creatividad haciendo uso de herramientas de programación. La puesta en práctica de los conocimientos técnicos adquiridos en la etapa de secundaria, y su uso desde una perspectiva más creativa, consiguen simplificarlos y adaptarlos a las necesidades del proyecto.
- Resolver los problemas surgidos en el desarrollo de sus propuestas, a través de la competencia de “aprender a aprender”. Se desarrolla la capacidad de trabajar el modelo “prueba y error” y la habilidad de adaptarse y modificar el proyecto dando soluciones a los inconvenientes que surjan.
- Mejorar la oratoria. Los estudiantes deben presentar el proyecto ante el grupo clase. Se pretende dotar al proyecto de cierta visión empresarial y para ello, será clave la capacidad de exponer las ventajas y la viabilidad de los mismos. La mejor idea es, sin duda, aquella que puede venderse.
- Sensibilizar al alumnado con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Se busca que los proyectos desarrollados den respuesta a alguna problemática real, principalmente en el ámbito medioambiental, económico o social. Desde esta perspectiva, entenderán la robótica como un camino para la resolución de problemas cotidianos.
- Promover el emprendimiento. En un mundo cada vez más competitivo el emprendimiento y el autoempleo proporcionan una cantidad de bienes y servicios y mejora el crecimiento del bienestar social.

Propuesta didáctica e instrumentos

Los estudiantes disponen de 12 sesiones, trabajando en equipos de cuatro componentes. Para la primera sesión es fundamental establecer una estructura de trabajo cooperativo (*Round table*) para la búsqueda de ideas. En estos casos se puede hacer uso de organizadores gráficos que ayuden al alumnado a la toma de decisiones.

A partir de la segunda sesión, los estudiantes comienzan con el diseño y desarrollo de su proyecto. El docente guiará a los estudiantes según van avanzando y, aunque se les da cierta libertad en la organización de trabajo, los procesos deberían atender a un esquema como el siguiente:

Las primeras sesiones se dedicarán al diseño del robot y a la programación de sensores y actuadores. De forma paralela, algún componente del equipo puede trabajar con el diseño en 3D, incluso realizando algún modelo en otros materiales que sirvan como primera maqueta.

Conforme avanzan en la programación del robot, alguno de los componentes abordará el diseño de la aplicación para móvil, buscando la forma de hacerla lo más intuitiva posible.

En cuanto la programación y el funcionamiento del robot están terminados, se definirán aquellos mensajes que sirvan de comunicación interna entre *app* y placa, para poder programar la aplicación de forma correcta.

Se ultima el diseño 3D, atendiendo a la posición de la placa, la fuente de energía y del resto de componentes. A la par, algún componente del equipo puede comenzar con el Keynote para la presentación del proyecto. Es el momento idóneo para esto ya que, a estas alturas, debería haberse terminado el diseño 3D y la *app*.

Las tecnologías usadas son las siguientes:

- Placa Arduino BQ Zum Core: Se usa este tipo de placa por su sencillez a la hora de realizar las conexiones y por el módulo de bluetooth incorporado, que nos ayudará en el control de nuestro robot a través de un dispositivo móvil. Esta placa ofrece un lenguaje de programación visual propio, basado en Arduino (BITBLOQ) que simplifica la programación y permite que los estudiantes inviertan un mayor tiempo en el diseño de su robot.
- AppInventor: En cursos anteriores, el alumnado ha adquirido el conocimiento necesario de este lenguaje de programación visual para hacer lecturas de los sensores o disparar eventos en la placa desde el teléfono móvil o la *tablet*. También poseen las destrezas para hacer aplicaciones, con diseños atractivos e intuitivos en lo que a su uso se refiere.
- Tinkercad: Se propone que sean capaces de diseñar alguno de los componentes de su robot. A partir de ahí los docentes se encargan de reali-

zar el procesado y su posterior impresión 3D (fuera del horario lectivo, por motivos logísticos).

En la última sesión se plantea la presentación de los proyectos ante el resto de compañeros para la que los estudiantes habrán realizado presentaciones (Keynote).

Análisis e interpretación de los resultados

Al margen de los objetivos marcados, los resultados de esta actividad han sido altamente satisfactorios. Un primer acercamiento a los proyectos nos descubre el alto nivel de compromiso mostrado por los estudiantes y la calidad de los proyectos presentados. Atendiendo más concretamente a los objetivos planteados inicialmente, el mayor éxito de esta actividad es, sin duda, el desarrollo de la competencia “aprender a aprender”. Los estudiantes demuestran una gran capacidad de adaptación y de resolución de los problemas que surgen a medida que se avanza en el proyecto. La implicación total con su trabajo los lleva, por momentos, a no demandar la intervención del docente para solucionar los conflictos que aparecen.

La experiencia también ha resultado muy positiva en cuanto al enfoque que le dan los estudiantes. La búsqueda continua de soluciones a las diferentes problemáticas sociales han sido la tónica general. Se ha conseguido que el alumnado comprenda la importancia de los objetivos de desarrollo sostenible, adoptando estos principios como propios. Se realizaron proyectos relacionados con reciclaje, ayuda a personas con discapacidad, dispositivos de control COVID, etcétera.

En cuanto al nivel de oratoria, no se observan cambios significativos. Los estudiantes del colegio ya tienen una gran habilidad en este tipo de exposición, ya que son muchas las asignaturas que así lo demandan. Lo más importante en estas presentaciones ha sido el enfoque empresarial del que las han dotado, revelando un gran interés por el emprendimiento.

Quizás el punto menos positivo es el del desarrollo de la creatividad en los estadios iniciales del proyecto. Tras las primeras experiencias con este modelo de trabajo, descubrimos que el principal inconveniente con el que se encuentra el alumnado es realizar una propuesta “real” que después sean capaces de llevar a la práctica.

Por lo general, los proyectos más exitosos son aquellos en los que los estudiantes entienden que el mejor punto de partida, es ser conscientes de sus conocimientos previos y a partir de ahí, desarrollar una idea sencilla sobre la que ir implementando mejoras que son capaces de dominar a medida que avanzan las sesiones y desarrollan aprendizajes más complejos. En estos primeros pasos es fundamental la orientación del docente ya que, en muchos casos, proyectos muy ambiciosos de partida pueden desmotivarlos, al ser conscientes de los objetivos difícilmente alcanzables a corto plazo.

4. Conclusiones

Poner en funcionamiento su primer robot es un logro que convierte al reto en atractivo y motivante. El nivel de compromiso mostrado con respecto a otras actividades de la asignatura así lo denota. El trabajo repetitivo y sin un fin determinado, si bien suele resultar innovador en sus inicios, puede acabar tornándose tedioso, y el estudiante demanda una realidad más ajustada a la suya.

Desde el punto de vista teórico, nos encontramos ante un modelo construccionista como el que proponían Papert & Harel (1991), en el que el aprendizaje se va construyendo según avanzamos en la actividad. El mejor resultado obtenido y observado en los estudiantes está reflejado en los beneficios que propone este modelo pedagógico, como son el desarrollo de la creatividad, el pensamiento lógico o la autoestima.

Referencias

- Adell, J., Esteve, F., Llopis, M. Á., y Valdeolivas, M. G. (2017). El pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. En V. Abella García, V. Ausín Villaverde y V. Delgado Benito (Eds.), *Actas de las XXV Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa JUTE 2017. Aulas y Tecnología Educativa en evolución* (pp. 151-158). Burgos, 21, 22 y 23 de junio de 2017. Recuperado de http://www3.ubu.es/jute2017/wp-content/uploads/2018/03/JUTE2017-LI-BRO_DE_ACTAS.pdf
- Alcober, J., Ruiz, S. & Valero, M. (2003). *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC* (2001-2003). XI Congreso universitario de innovación educativa en enseñanzas técnicas
- Aliane, N.; Bemposta, S.; Fernández, J. y Egido V. (2007). *Una experiencia práctica de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica*. Recuperado de <http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2007/alunae.pdf>
- Andrade, H. (2007). *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad*. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander.
- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future. Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Retrieved from Brussels, Belgium: http://fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf/746e36b1-e1a6-4bf1-8105- ea27c0d2bbe0
- Barker, & Bradley, S. (2012). *Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning: A New Technology for Learning*. IGI Global. Retrieved from <https://market.android.com/details?id=book-DDn-H8uoEYIIC>
- Barr, V., y Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. doi: <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bass, R. (2012). Disrupting ourselves: the problem of learning in higher education. *EDUCAUSE Review*, 47 (2), 1-140
- Bawden, D. (2001). Information and digital literacies: a review of con-

- cepts. *Journal of Documentation*, 57(2), 218-259.
- Bawden, D. (2008). Origins and concepts of digital literacy. *Digital literacies: Concepts, policies and practices*, 17-32. <http://sites.google.com/site/colinlankshear/DigitalLiteracies.pdf#page=19>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145-157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., y Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education implications for policy and practice. Sevilla: Joint Research Centre. doi: <http://doi.org/10.2791/792158>
- CSTA and ISTE (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit, first edition 2011. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Technology in Education (ISTE). <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>
- Eshet, Y. (2004). Digital Literacy: A Conceptual Framework for Survival Skills in the Digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106. Norfolk, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/4793/>
- González, M.R. (2008). El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 13, 79.
- González, J., Estebanell, M., y Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. [Robotics or Coding? The Concept of Computational Thinking in Pre-service Teachers]. *EKS*, 19(2), 29-45
- Hemmendinger, D. (2010). A plea for modesty. *ACM Inroads*, 1(2), 4-7. doi: <https://doi.org/10.1145/1805724.1805725>
- ISTE. (2012). Eduteka. Obtenido de Definición Operativa de Pensamiento Computacional para Educación Básica y Media (K-12). <http://www.iste.org>

- eduteka.org/pdfdir/PensamientoComputacional_Definicion.pdf
- Karlin, M. & Viani, N. (2001). *Project-based learning*. Medford, OR: Jackson Education Service District
- Khine, M. S. (2017). *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*. Springer. Retrieved from <https://market.android.com/details?id=book-vE8sDwAAQBAJ>
- Llorens-Largo, F. (2015). Dicen por ahí. . . que la nueva alfabetización pasa por la programación. *ReVisión*, 8(2), 11-14.
- Liang, W.; Readle, J.C. y Alder, C. (2006). Teaching robotics to cybernetics students. *International Journal of Electrical Engineering Education* 43(4): 358- 368.
- Lu, J. J., & Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking. *SIGCSE Bulletin Inroads*, 41(1), 260-264. doi: <https://doi.org/10.1145/1539024.1508959>
- Papert, S. & Harel, I (1991). *Constructionism: research reports and essays 1985 – 1990*. MIT Media Laboratory.
- Repenning, A., Webb, D., & Ioannidou, A., (2010). Scalable Game Design and the Development of a Checklist for Getting Computational Thinking into Public Schools. In *The 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2010*, (Milwaukee, WI), ACM Press.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *EDUCATRÓNICA: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. UNAM. ISBN 978-84-7978-822-3.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., y Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380. doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*/Vol. 49, No. 3. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Yadav, A., Stephenson, C. & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55-62. doi: <https://doi.org/10.1145/2994591>

Capítulo 7

Aprendizaje STEAM a través de talleres de robótica para niños

*María Obdulia González Fernández¹
Yadira Alejandra González Flores²
Marco Antonio Ornelas Sandoval³*

¹ Investigadora del Centro Univesitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, ogonzalez@cualtos.udg.mx

² Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Computación del Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, yagf1999@gmail.com

³ Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Computación del Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, marco.osandoval@alumnos.udg.mx

Resumen

La inclusión de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito educativo ha demostrado ser beneficioso en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. En este capítulo se presenta el análisis de una experiencia acerca de la implementación de la robótica en la educación con el fin de desarrollar el aprendizaje en Ciencias, Matemáticas, Tecnología, Arte e Ingeniería (STEAM).

La utilización de la robótica como medio para motivar y dar sentido a la construcción de aprendizajes en estas áreas favorece habilidades y competencias en los estudiantes. En dicha experiencia se presenta las acciones del Taller Robótica y Aprendizaje STEAM ofrecido a niños de entre 5 y 12 años por el Centro Universitario de los Altos, de la Universidad de Guadalajara, como parte de los cursos de verano que anualmente se ofrecen en este centro educativo. Como resultados se comprobó que la robótica enriquece los aprendizajes de los niños, se observó gran aceptación de estos, principalmente en las tareas que representaban retos y trabajos colaborativos entre pares.

1. Introducción

Las TIC han cambiado las prácticas educativas tradicionales por nuevas herramientas que los alumnos utilizan para acceder a fuentes de información alternativas. Este cambio ha favorecido la creación de nuevos roles para las instituciones, profesores y estudiantes. Esto ha dado origen a la “ingeniería educativa” que busca encontrar nuevas estrategias didácticas aprovechando los componentes tecnológicos (Barrera, 2015).

La robótica educativa es una de las primeras aplicaciones de la ingeniería educativa, su objetivo es brindar al sujeto cognoscente la libertad de explorar y manipular totalmente para que aprenda a través de su propia experiencia educativa. Para ello, el estudiante debe “reinventar para aprender”, él mismo debe construir el concepto u objeto que se busca que aprenda. Para ello, se debe propiciar un ambiente en el cual el agente que aprende esté más involucrado o directamente relacionado con el objeto de conocimiento (Barrera, 2015).

Sin embargo, el uso de la robótica educativa para el aprendizaje no tiene como objetivo que los estudiantes aprendan automatización industrial ni control automático de procesos, sino que es un medio para aprender (Barrera, 2015). Su uso se ha visto favorecido por la teoría constructivista de Jean Piaget y la Pedagogía del Construccinismo de Seymour Papert (1991). Además, se utiliza en educación inicial y preescolar porque propicia habilidades creativas, digitales, de producción y de comunicación. También puede producir cambios en las conductas, ideas, relaciones y acciones de estudiantes y profesores (Quiroga, 2017).

Para alcanzar los objetivos de la robótica educativa, Paper (1995) propone los “micromundos”, que son ambientes de aprendizaje en los que están presentes herramientas para la exploración, también llamadas objetos para pensar, que llevan a la construcción de conocimientos. Los talleres de robótica están basados en este concepto (Pittí *et al.*, 2010). Sin embargo, al involucrar la robótica en la educación se considera erróneamente una actividad extracurricular, y se trabajan talleres para crear proyectos de tecnología sin involucrar otras áreas del conocimiento. Al hacer esto, se desaprovechan las ventajas de integración y motivación que proporciona esta materia (Bravo Sánchez & Forero Guzmán, 2012).

Uno de los principales objetivos de los talleres es la integración de tecnologías en el ámbito educativo, buscando usar los más recientes avances tecnológicos y metodológicos para lograr una mayor innovación educativa. Para crear estos talleres, Román Ontiyuelo, citado por Pittí *et al.* (2010) el instructor de los talleres NXT del Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas (CITA), que realiza las siguientes etapas de los talleres:

1. Diseño del taller: Los talleres son fruto del diseño, por lo que entre mejor se desarrolle esta etapa, mejores serán los resultados obtenidos. Los puntos que se consideran son:
 - a. Elección del tema: se pueden considerar los intereses de los participantes o temas de otra fuente.
 - b. Diseño y construcción del robot: es importante considerar la libertad de los participantes en este paso. Puede ser completamente guiado, completamente libre, o combinar guía y creación libre.
 - c. Instalaciones.

- d. Material: la cantidad de *kits* o robots define la cantidad de equipos, lo que favorece habilidades sociales.
 - e. Dificultad (iniciación, medio, avanzado): las destrezas necesarias del participante, en construcción y programación, para cumplir los objetivos propuestos.
 - f. Guía didáctica: con los objetivos, actividades y programación de sesiones.
 - g. Cronograma: distribuir el contenido del taller en sesiones.
2. Realización del taller: durante esta etapa, los participantes viven un proceso de crear ideas, resolver problemas y superar obstáculos. La programación común de las sesiones para construir el robot son las siguientes:
- a. Presentación del curso, creación de equipos e interacción con las piezas del *kit*.
 - b. Diseño y elección del modelo.
 - c. Montaje o construcción
 - d. Programación
 - e. Competición o exhibición, pruebas
3. Evaluación del taller: los participantes y el instructor califican la calidad y éxito del taller mediante una encuesta. Los datos recogidos de ella se pueden agrupar como sigue:
- a. Desarrollo del curso
 - b. Instructor
 - c. Participante

Además de las habilidades que favorece la robótica educativa mencionadas previamente, es importante considerar la libertad de cometer errores, ya que es una fuente de aprendizaje mediante la cual a partir del ensayo y error se van consolidando saberes (Pittí *et al.*, 2010).

La relación entre la ingeniería y la tecnología con las habilidades STEAM es muy estrecha, su objetivo es diseñar y desarrollar soluciones a problemas, llevando a los alumnos a adentrarse en el Método Científico. Por esa razón, la robótica educativa se puede integrar en un entorno de aprendizaje de habilidades STEAM a la perfección. Con esto se extiende el constructivismo de Papert a un nuevo “construccionismo” en el cual el

aprendizaje es mejor cuando el estudiante construye los objetos de conocimiento significativos (Casado Fernández & Checa Romero, 2020).

Los proyectos de STEAM que involucran trabajar con robótica y tecnología educativa son muy atractivos y motivan a los estudiantes, permitiendo desarrollar objetivos, contenidos y competencias de otras asignaturas. Para aumentar el interés, desarrollar habilidades de cooperación social, resolución de problemas y habilidades creativas, es importante aprovechar esta herramienta educativa y aplicar una planificación metodológica correcta (Casado Fernández & Checa Romero, 2020).

2. Descripción de la experiencia

En el desarrollo de esta actividad se tomó como muestra a niños de entre 5 y 12 años a los que se les introdujo en el mundo de la robótica y programación explorando diversas tecnologías que facilitan su aprendizaje y el desarrollo de distintas aptitudes y habilidades.

El proyecto de talleres de robótica pretendía iniciar al alumnado en el desarrollo de habilidades, capacidades y competencias clave a través de la resolución de pequeños retos de aprendizaje diarios mediante el uso de la robótica y la programación. Aprender a pensar (ensayo-error), crear, construir y programar son las cuatro fases que contemplaron en todas las sesiones programadas.

Contexto de la experiencia

El taller de robótica educativa y habilidades STEAM lo ofrece el Centro Universitario de los Altos (CUALTOS) dentro del programa de curso de verano, que desde el 2018 integró esta actividad con el propósito de acercar la ciencia y la tecnología a los niños.

Los cursos de verano son un programa dirigido a niños de entre 5 y 12 años de edad que tienen una duración aproximada de 15 días en donde se realizan diferentes actividades entre las que se encuentran talleres artísticos, culturales, deportivos y de robótica. Con estas actividades, la universidad busca la extensión universitaria a través del acercamiento la comunidad en general. La experiencia que se presenta se realizó en el curso de

verano de 2019 el cual consistió de 10 prácticas en la que participaron 20 niños de edades ente 5 a 12 años.

Objetivo

Que los niños adquieran habilidades STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) mediante el uso del robot como una herramienta educativa que permita el trabajo colaborativo y creativo.

Propuesta didáctica

Para organizar el trabajo se aplicó estrategias colaborativas con integrantes de diferentes edades. Para ello, se favorecieron distintas dinámicas, actividades, espacios y tiempos para que los estudiantes crearan, construyeran y programaran. Primero se les introdujo en el uso del lenguaje de programación por bloques de manera natural y lúdica, mediante retos para la práctica conceptos y habilidades cognitivas que hacen visible el pensamiento en las distintas áreas curriculares. Se planeó 10 sesiones con diferentes retos y actividades que se distribuyeron de acuerdo con el aprendizaje STEAM (ver actividades en la Tabla 1).

Tabla 1. Programación de actividades del taller STEAM y robótica educativa		
Sesión	Nombre	Objetivo
1	Cómo me imagino que es un robot	Conocer los conceptos de los niños sobre ¿Qué es un robot?
2	Mi robot y el Scribbler	El niño se familiarice con la estructura del robot Scribbler y su programación
3 y 4	Iniciando a programar un robot	El niño aprenda a realizar un algoritmo y utilizar un lenguaje de bloques para la programación del robot Scribbler
5	La medición mediante el robot	El niño analizará la relación ente distancia y potencia del robot.
6	Figuras geométricas y el robot	El niño aprenderá a realizar una serie de algoritmos para la construcción de figuras geométricas a través de los desplazamientos del robot.
7	Arte con un robot	Desarrollar la imaginación de los niños para realizar dibujos novedosos a partir de desplazamientos del robot o de figuras geométricas realizadas por el robot.
8	Disfrazando a mi robot	Desarrollar a imaginación del niño dando personalidad al robot para próximos retos.
9	El robot baila	Desarrollar la creatividad del niño a partir de la combinación de notas musicales y movimientos del robot.
10	Cierre del taller de robot	El niño presentará la evaluación y autoevaluación del taller. Expondrá a la comunidad algunos de los productos realizados.

El robot utilizado fue el Scribbler y la colección de robot de la editorial AlfaOmega, como lenguaje de bloques se utilizó la propia interfaz de S2 de Parallax para Scribbler. En la Figura 1 se presenta el robot utilizado y la interfaz de programación.

Figura 1. Robot Scribbler e interfaz de programación S2.



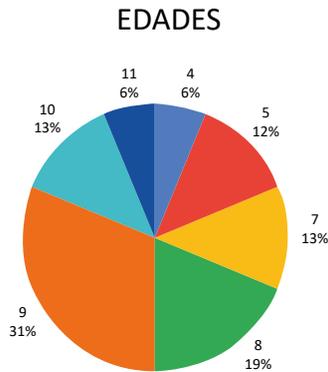
Instrumentos de evaluación de la experiencia

Para la evaluación de la experiencia se diseñó una encuesta aplicada a los niños, esta constó de cinco ítems, para recabar la percepción de la experiencia del taller, los aprendizajes más significativos, las actividades preferidas, actividades que pueden incorporarse en la escuela y por último, sugerencia. Para el diseño del ítem uno y cuatro se utilizó una escala de likert.

3. Resultados de la experiencia

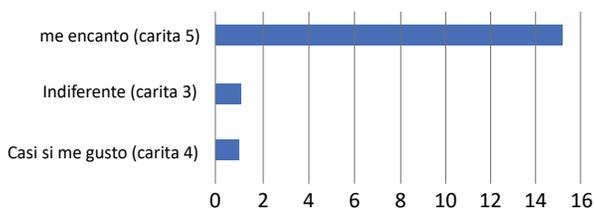
De un total de 20 participantes en el taller, 17 contestaron la encuesta de evaluación de la experiencia de los cuales las edades oscilan entre las edades de los 5 y los 12 años, la edad promedio de los participantes es 8 años, (ver distribución de edades en el gráfico 1). El 41 % son niñas y 59 %, niños.

Gráfico 1. Distribución de edades de los participantes.



En cuanto a la percepción del taller, el 94 % de los participantes manifestaron haberles gustado el curso (ver Gráfico 2).

Gráfico 2. Percepción del taller



Mientras que un 82 % de los participantes consideran que estas actividades les serán útiles en el futuro (ver Gráfica 3).

Gráfica 3. Percepción de la utilidad de las actividades en la escuela.

Consideras que las actividades te seran utiles en la escuela

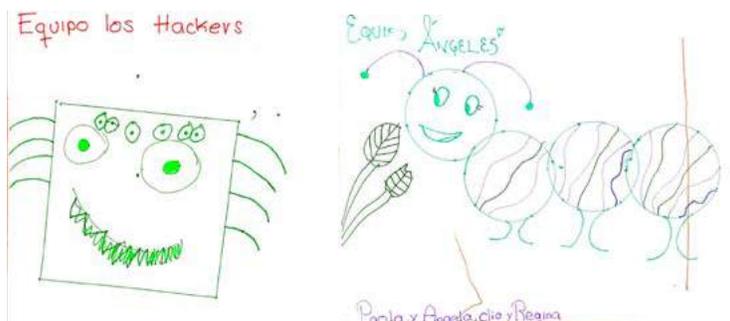


Dentro de las actividades que más les llamó la atención a los niños está la de dibujar con el robot, el baile del robot y robot con obstáculos. Los principales aprendizajes que los niños registraron fueron el aprender a programar, los usos que se le pueden dar a un robot y su control (ver figura 2 y 3).

Figura 2. Fotografía de niños programando el robot Scribbler



Figura 3. Ejemplos de trabajos de los niños en la actividad “Arte con robot”.



Las opiniones y comentarios de los encuestados estuvieron orientadas al agradecimiento del curso, de un total de 17 resultados, seis resultaron inválidas, ya que no fueron contestadas y las 11 restantes fueron felicitaciones del curso.

4. Conclusiones

La inclusión de las TIC para la promoción de aprendizajes cuenta con un sin fin de herramientas que generan mediaciones tecnológicas. En el caso del uso de la robótica educativa ofrece un fin de actividades que se pueden realizar para promover diversos aprendizajes.

Los asistentes al taller mostraron avances significativos en el conocimiento sobre programación y el uso de los diferentes controles del robot. Además, se pudo constatar el interés por conocer la estructura y composición de diferentes mecanismos del robot. El trabajar con niños de diferentes edades permitió generar un ambiente cordial y cooperativo entre los niños más grandes y los pequeños, donde todos tenían un papel importante dentro del equipo. En ocasiones, la distribución de los niños implementaron diversas estrategias aleatorias para organizar turnos.

Un punto importante de resaltar es que los niños manifestaron que las actividades realizadas en el taller serán de utilidad para incorporarlas en la escuela de educación básica. Por lo que la robótica educativa puede integrarse para la construcción de proyectos educativos para el aprendizaje significativo y formación de vocaciones científicas.

Referencias

- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234. <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a10.pdf>
- Bravo Sánchez, F. Á., & Forero Guzmán, 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. <https://gredos.usal.es/handle/10366/121799>
- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Revista de Medios y Educación*, (58), 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Papert, S. y Harel, I. (1991). Situar el construccionismo. <http://www.incae.edu/ES/clacds/nuestros-proyectos/naciones-digitales/construyendo-escenarios-para-el-desarrollo/pdfs/situar-el-construccionismo.pdf>.
- Papert, S. (1995). *La máquina de los niños. Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Paidós.
- Pittí, K., Curto Diego, M. B., & Moreno Rodilla, 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(1), 310-329. <https://gredos.usal.es/handle/10366/72852>
- Quiroga S., L. P. (2017). La robótica educativa y la educación preescolar. *Revista de Educación & Pensamiento*, (24), 70-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6178584>

Capítulo 8

La robótica educativa en Educación Infantil: una propuesta de experiencia innovadora con Escornabot

*Olalla García-Fuentes¹
Violeta Cebrián Robles²*

¹ Investigadora de la Universidad de Vigo, olalla.garcia.fuentes@uvigo.es

² Investigadora de la Universidad de Vigo, violetacbr@uvigo.es

Resumen

Los cambios producidos en los últimos años tanto a nivel social como científico-tecnológico han puesto de manifiesto la necesidad de una modificación en las metodologías y herramientas educativas.

La incorporación de recursos como la robótica educativa es una realidad cada vez más latente en las escuelas. Con el objetivo de ayudar y orientar a los maestros y maestras en el proceso de inversión de la robótica educativa en el aula, en esta obra se ejemplifica una propuesta para la etapa de Educación Infantil (3 a 6 años) a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y del robot Escornabot. Además de una propuesta didáctica concreta, se recogen diferentes instrumentos de evaluación que ayudan a conocer el nivel de adquisición por parte del alumnado, no solo de contenidos relacionados con la robótica, sino aspectos relacionados con el pensamiento computacional y de las habilidades necesarias para la resolución de cada uno de los retos planteados.

1. Introducción

Los avances tecnológicos y científicos de la última década han iniciado la necesidad de redefinir los modelos educativos, priorizando la adquisición de conocimientos y competencias científico-tecnológicas. A su vez, la situación actual derivada de la COVID-19 ha resaltado la necesidad, más que nunca, de formar a personas capaces de aportar soluciones de manera creativa y crítica a los grandes retos de la sociedad actual.

Este desafío implica la inserción de nuevas metodologías y herramientas educativas que favorezcan, no solo el desarrollo de las vocaciones científico-tecnológicas, sino también el desarrollo de la conciencia individual y de cómo esta puede repercutir negativa o positivamente en las personas que nos rodean. Desarrollar acciones de cambio con la finalidad de generar un impacto positivo puede tener su respuesta en la innovación educativa, entendida en muchas ocasiones como la llave capaz de modificar los modelos de enseñanza y aprendizaje.

La incorporación de nuevas herramientas y recursos tecnológicos en el ámbito educativo, como la robótica, ha facilitado la aparición de nuevas

metodologías. Conceptos como programación o pensamiento computacional están cobrando cada vez más importancia tanto en los currículos oficiales como en la opinión pública. El resultado se aprecia en la gran variedad de dispositivos que encontramos en el mercado, produciendo muchas veces en los docentes dudas a la hora seleccionar un producto u otro (Lobo y Méndez, 2016) así como cuál y cómo es la manera más acertada de introducirlos en el proceso de enseñanza aprendizaje y cómo hacerlo.

En este capítulo se ejemplifica una propuesta para insertar la robótica educativa en la etapa de Educación Infantil (3 a 6 años) a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y del robot Escornabot, con la finalidad de orientar al profesorado en el desarrollo de este tipo de propuestas.

2. Antecedentes teóricos

La robótica es una ciencia que involucra el diseño, la construcción y la utilización de robots. En el ámbito educativo debemos entender la Robótica Educativa como un entorno de enseñanza-aprendizaje multidisciplinar que se basa en el uso de robots o elementos electrónicos en el aula (Raposo-Rivas e Ibáñez-Cubillas, 2020) facilitando el aprendizaje del estudiante a través de la investigación y la experimentación al mismo tiempo que se desarrollan las áreas STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics).

Ya en los años 80 muchas escuelas, principalmente en Estados Unidos, integraron la programación basándose en premisas como la construcción del aprendizaje y la aproximación a la realidad. Seymour Papert (1981) afirmaba que el aprendizaje es más beneficioso cuando son los individuos los que se comprometen en la creación de un producto significativo en el mundo externo, pues al mismo tiempo, esta creación se está produciendo en sus mentes.

Junto a su equipo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Papert (1981) desarrolló lo que se conoce como algunas de las primeras tecnologías educativas, inventando un conjunto de herramientas educativas y el famoso programa LOGO. La finalidad principal de estas herramientas era iniciar a las niñas y niños en la programación y la ingeniería, naciendo así la teoría del construccionismo, fundamentada en el aprendizaje cons-

tructurivista de Piaget y asentando las bases de lo que hoy conocemos como pensamiento computacional. Fue en aquel momento cuando por primera vez la tecnología se postuló como un elemento que permitía una interacción concreta entre objetos y sujetos (Guimerans, 2017).

Investigaciones y experiencias posteriores han demostrado que los estudiantes que disponen físicamente de dispositivos tecnológicos con los que logran crear un producto significativo, manifiestan un mayor grado de interés, y en consecuencia, una mayor velocidad y mejor nivel de aprendizaje (Schwabe, 2013); logrando fomentar la creatividad, la capacidad de invención y la motivación (Moreno-León, Robles y Román-González, 2015). A través de la realización de tareas de diseño y construcción de prototipos, el alumnado logra desarrollar conocimientos más significativos y tangibles (Pittí, Curto-Diego y Moreno-Rodilla, 2010) e incluso desarrollar habilidades de pensamiento computacional desde edades muy tempranas (Muñoz-Repiso y Caballero-González, 2019).

En este sentido, la robótica educativa se presenta como un recurso eficaz para promover el aprendizaje del pensamiento computacional, entendido como el diseño de sistemas y la resolución de problemas, desarrollándose al mismo tiempo habilidades relacionadas con la construcción, la programación y la manipulación de plataformas robóticas, sin olvidarse de las habilidades interpersonales (Adell *et al.*, 2019; Ruiz, Zapatera, Montes y Rosillo, 2020). Una de las grandes aportaciones en torno al pensamiento computacional la encontramos en el “Computational Thinking Framework” que lo articula en tres grandes dimensiones: los conceptos, las prácticas y las perspectivas (Brennan & Resnick, 2012) que ha facilitado en gran medida el desarrollo de este como una competencia relevante en los entornos escolares.

En relación con los tipos de robots y los elementos que los componen es importante comprender que se caracterizan por tener siempre una estructura, motores, baterías, cables, sensores y placas controladoras.

En función de los niveles educativos podemos encontrar en el mercado una gran variedad de robots. Para la etapa de Educación Infantil destacan la abeja Beebot (<https://www.ro-botica.com/tienda/BEE-BOT>) o el ratón Jack (<https://bit.ly/30oRe4e>). Ambos se caracterizan por la programación a través de botonera y permiten trabajar aspectos como la psicomotricidad, la lateralidad, la orientación espacial y el inicio en programación.

Una alternativa a los robots comerciales la encontramos en el proyecto Escornabot (<https://escornabot.com/es/index>), una iniciativa basada en la perspectiva maker y el conocimiento libre, que hoy en día ofrece herramientas tecnológicas económicamente más asequibles, libres y desarrolladas por y para la comunidad, que ayuda a introducir la robótica en la educación (Lobo y Méndez, 2016). Esto se refleja en que cualquier usuario puede acceder, modificar y compartir su código, su estructura, montaje e inclusive la electrónica.

Es importante resaltar que en la propuesta que aquí se recoge, la robótica se presenta como un recurso didáctico, con la finalidad de facilitar el aprendizaje por indagación y donde el error debe ser considerado siempre como una oportunidad de aprendizaje. Atendiendo a Raposo-Rivas e Ibáñez-Cubilla (2020) es importante contemplar que cualquier proyecto de innovación necesita de diferentes fases para su completo desarrollo: identificar la idea innovadora, planificar, implementar, valorar y difundir. La integración de la robótica en etapas como la Educación Infantil ayuda a consolidar en las ideas basadas en experiencias y conceptos previamente aprendidos.

3. Descripción de la experiencia

Contexto de la experiencia

Esta experiencia está pensada para desarrollarse en un aula de Educación Infantil (3-6 años). Para facilitar su comprensión y ejemplificación el eje temático en torno al que gira es El ciclo del Agua. Concretamente se trata de una propuesta que pretende ofrecer a los maestros y maestras unas directrices prácticas para introducir la robótica educativa a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) desde una perspectiva innovadora.

Objetivos

- Utilizar la robótica educativa de forma interdisciplinar para trabajar los contenidos educativos.

- Fomentar la adquisición de competencias curriculares de forma globalizada. Adquirir de forma progresiva nociones básicas sobre robótica y programación.

Propuesta didáctica e instrumentos

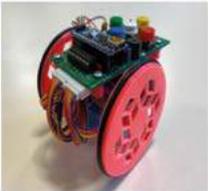
Las actividades propuestas para el desarrollo de esta experiencia se estructuran en tres grandes retos. A nivel metodológico la propuesta didáctica que aquí se presenta se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), con la finalidad de involucrar activamente al alumnado en situaciones reales y significativas. Para facilitar la consecución de los retos a nivel didáctico se presentan a través de una adaptación del ciclo STAR Legacy (Corday, Harris y Klein, 2009) y del marco metodológico ABR (Apple, 2015).

Cada uno de los retos consta de seis grandes fases:

- Fase 1. Estímulo. En esta fase se realiza la actividad motivadora del reto, que pueden ser imágenes, cuentos, vídeos o una situación concreta del aula.
- Fase 2. Punto de partida. Esta etapa se centra en establecer un diálogo con el alumnado, que tenga como eje temático el reto que se quiere conseguir. Se realiza principalmente a través de asambleas, con la finalidad de que el alumnado empiece a hacerse preguntas, estimulando así sus dudas y capacidad creadora.
- Fase 3. Reto. En esta etapa se estipula el reto de manera clara y concisa, para que el alumnado tenga claro en todo momento cual es el objetivo final.
- Fase 4. Investigación. Esta fase se centra en conocer toda la información necesaria para la consecución del reto a través de diferentes soportes: tic, libros, imágenes, las familias. En este sentido, es importante crear situaciones que empujen al alumnado al aprendizaje por descubrimiento.
- Fase 5. Consecución del reto. Esta fase abarca todas las tareas relacionadas con la planificación, diseño y creación del producto final.
- Fase 6. Producto final. Esta última etapa se centra en la construcción final del producto y la exposición de este a la comunidad educativa.

A modo de ejemplificación, se recoge en la Figura I cómo se podría incluir el uso de la robótica en un proyecto cuyo eje temático fuera el ciclo del agua de manera sistemática la propuesta de tres retos atendiendo a cada una de las fases anteriores.

Figura 1. Propuesta de Aprendizaje Basado en Retos sobre el ciclo del agua.

<p>Reto 1 Conocemos Escornabot</p> <p>Fase 1. Estimulo. Una caja con todas las piezas que componen el robot. Fase 2. Punto de partida. Asamblea: ¿qué es un robot?, ¿Conocéis alguno?, ¿Para que sirven? ... Fase 3. Reto. Construir el Escornabot Fase 4. Investigación. Revisión y búsqueda de información sobre el Escornabot. Fase 5. Consecución del reto. Construcción del robot. Fase 6. Producto final. Enseñamos a las familias lo que hemos creado y cómo.</p> 	<p>Reto 2 Personalización el Escornabot</p> <p>Fase 1. Estimulo. Una caja con telas, cartulinas, pegamento ... Fase 2. Punto de partida. Asamblea: ¿Cómo podemos vestir el Escornabot? Fase 3. Reto. Crear y construir el Escornabot? Fase 4. Investigación. Revisión y búsqueda de información sobre como es una gota de agua. Fase 5. Consecución del reto. Construcción la gota de agua. Fase 6. Producto final. Enseñamos a las familias lo que hemos creado y cómo.</p> 	<p>Reto 3 Programamos</p> <p>Fase 1. Estimulo. Los escornabots. Fase 2. Punto de partida. Asamblea: ¿Cómo se mueve? ¿Qué pasa si presionamos el boton rojo? ¿Y el verde? Fase 3. Reto. Ayudar a la gota a cumplir el ciclo del agua. Fase 4. Investigación. Revisión y búsqueda de información sobre cómo se produce el ciclo de agua. Fase 5. Consecución del reto. Programar el Escornabot. Fase 6. Producto final. Enseñamos a los compañeros cómo programamos nuestro robot.</p> <table border="1" data-bbox="771 803 1033 933"> <tr> <td>↶</td> <td>😊</td> <td></td> <td></td> <td>↶</td> <td>→</td> <td>😊</td> <td>↶</td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>↑</td> <td></td> <td></td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>↑</td> <td></td> <td></td> <td>💧</td> </tr> <tr> <td>🤖</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>🤖</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	↶	😊			↶	→	😊	↶	↑				↑			↓	↑				↑			💧	🤖				🤖			
↶	😊			↶	→	😊	↶																											
↑				↑			↓																											
↑				↑			💧																											
🤖				🤖																														

4. Análisis e interpretación de los resultados

Con la finalidad de establecer y conocer cuál es la influencia de este tipo de experiencias en el alumnado, es importante realizar una evaluación de esta. A continuación, se proponen diferentes estrategias:

- Cuestionario. Es importante conocer cuál es la opinión del alumnado acerca de las actividades y los recursos de robótica empleados. Para ello, puede construirse un cuestionario en el que se recojan preguntas tipo: ¿cómo piensas que fue la actividad de programar el escornabot? ¿estarías de acuerdo en seguir empleando el escornabot en otras actividades del aula?

- Listas de verificación. Esta herramienta es una opción útil para realizar un registro de los comportamientos observados en el alumnado cuando en las actividades relacionadas con la consecución de los retos (tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de lista de verificación				
Indicaciones: marca con una X la frecuencia en la que se observa el comportamiento del alumno durante la consecución del reto.				
1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	A menudo	Siempre

- Rúbricas de evaluación. Este tipo de instrumento puede ser una herramienta muy eficaz para conocer y recopilar datos en torno a las habilidades de pensamiento computacional y programación (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplo de rúbrica de evaluación.					
Indicaciones: marca con una X el nivel de logro desempeñado, que demuestra cada niña o niño, en la construcción y consecuencia de cada uno de los retos.					
0	1	2	3	4	5
No participó en el desarrollo del resto.	Inició el reto, pero no lo completó.	El reto se completó con ayuda paso a paso.	El reto se completó con ayuda esporádica.	El reto se completó con una ayuda.	El reto se completó sin recibir ayuda.

5. Conclusiones

El desarrollo de actividades con robótica educativa orientadas a la adquisición de habilidades relacionadas con el pensamiento computacional permite a los niños y niñas adquirir habilidades para diseñar y construir secuencias de programación con robots, lo que a su vez les permite corroborar de forma experimental las consecuencias y los errores en las secuencias.

Diversos estudios han demostrado que es posible el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas, siendo la robótica educativa un recurso facilitador de aprendizajes significativos y en la formación de las competencias digitales relacionadas con la programación (Muñoz-Repiso y Caballero-González, 2019). Además de manifestar efec-

tos positivos para el desarrollo de las habilidades e intereses vinculados a las áreas STEM (Lee, Sullivan & Bers, 2013).

Entender y conocer qué es un algoritmo ayuda a comprender la vida y nuestras relaciones, pues la vida está cada vez más mediatizada por sistemas algorítmicos. Enseñar a programar debe ser una prioridad que ayude a resolver las necesidades reales de las ciudadanas y ciudadanos de la sociedad digital, sin olvidar nunca el debate sobre cómo queremos contribuir al futuro que queremos construir.

Referencias

- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M., y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), pp. 171-186. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1-25. <https://bit.ly/3bGGWTu>
- Guimerans, P. (2017). La tecnología como material creativo: E-textiles y sus derivaciones en el campo de las artes visuales. [Tesis doctoral, UCM.] Universidad Complutense Madrid. DOI: 10.13140/RG.2.2.20840.98564
- Lee, K.T., Sullivan, A., & Bers, M.U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271-281. <https://doi.org/10.1080/07380569.2013.805676>
- Lobo, J. y Méndez, T. (2016). Escornabot: tu proyecto de robótica educativa. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (289), 92-98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5502623>
- Moreno-León, J., Robles, G., y Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: Análisis Automático de Proyectos Scratch para Evaluar y Fomentar el Pensamiento Computacional. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (46). <https://revistas.um.es/red/article/view/240251>

- Muñoz-Repiso, A. G., & Caballero-González, Y. (2019). Robotics to develop computational thinking in early childhood education. [Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil] *Comunicar*, 27(59), 63-72. doi:10.3916/C59-2019-06
- Papert, S. (1981). *Desafío de la mente*. Buenos Aires: Galápagos.
- Pittí, K., Curto-Diego, B., y Moreno-Rodilla, V. (2010). Experiencias constructoristas con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. En De Pablos Pons, J. (Coord.), Buenas prácticas de enseñanza con TIC [monográfico en línea]. *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. Vol. 11, nº 1. Universidad de Salamanca, pp. 310-329. <https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/6294>
- Raposo-Rivas, M., y Ibáñez-Cubillas, P. (2020). Innovación educativa con tecnologías. En M. Raposo-Rivas y M. Cebrián de la Serna (Coords), *Tecnologías para la formación de educadores en la sociedad del conocimiento* (pp.203-214). Pirámide
- Ruiz, F., Zapatera, A., Montes, N., y Rosillo, N. (2019). *Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España*. (Conferencia), International Conference on Innovation, Documentation and Education. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INN2018.2018.8836>
- Schwabe, R.H. (2013). Las tecnologías educativas bajo un paradigma constructorista: un modelo de aprendizaje en el contexto de los nativos digitales. *Revista Iberoamericana de Estudos em Educação*, 8 (3), pp. 738-746. <https://doi.org/10.5860/choice.51-1612>