

La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza¹

Educational Robotics: An Integrative Didactic Interdiscipline for Teaching

Diego José Molano García²
Óscar Leonardo Acero Ordóñez³

Resumen

Este escrito expone el diseño, la implementación y validación de una propuesta didáctica usando la robótica educativa vista como interdisciplina, con el fin de fortalecer los procesos de aprendizaje que se trabajan desde el área de tecnología e informática en la educación media de los colegios públicos de Bogotá. Para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación, se toma como base la perspectiva epistemológica del paradigma mixto, usando un diseño en esa línea con preponderancia cualitativa dominante. En conjunto, esta investigación contribuye al diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la robótica, integrando múltiples conocimientos; para esto se realiza una apuesta interdisciplinar, ya que hasta el momento se le ha dado un trato a esta tecnología de forma disciplinar. Lo anterior ha impedido mostrar el gran potencial integrador de conocimientos que tiene la robótica, que además motiva a los estudiantes en la construcción de un aprendizaje contextualizado, lúdico y divertido. Existe un vacío conceptual en el que no se evidencia una didáctica concreta para la enseñanza de la robótica educativa, porque es trabajada desde metodologías que vienen

¹ Este artículo se deriva de la tesis doctoral con mención de honor meritoria “La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora de conocimientos”, financiada bajo el convenio No. 002 de 2007, identificado contablemente por el ICETEX bajo el No. 120518 y denominado “Secretaría de Educación del Distrito Formación AVA”; b) Convenio No. 1566 de 2009, identificado contablemente por el ICETEX bajo el No. 121172 y denominado “Fondo de Formación Avanzada de Docentes en Programas De Posg”; o c) Convenio No. 3334 de 2012, identificado contablemente por el ICETEX bajo el No. 121780 y denominado “SED Formación Avanzada Para Docentes y Directivos Docentes 2012”

² Secretaría de Educación del Distrito, Bogotá, Colombia. Doctor en Educación, Universidad Santo Tomás. Docente de la Secretaría de Educación del Distrito. Colegio Unión Europea IED E-mail: djmolano@educacionbogota.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3034-4114>

³ Universidad Santo Tomás. Doctor en Educación de la USTA. Director de la línea de investigación del Doctorado en Educación, Universidad Santo Tomás. Director de línea Pedagogía con Énfasis en Pedagogía Dominicano Tomista y Enfoque Pedagógico Contemporáneos. E-mail: oscaracero@usta.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8474-1660>



TEMÁTICA LIBRE

[HTTPS://DOI.ORG/10.36737/01230425.N48.3160](https://doi.org/10.36737/01230425.N48.3160)



IDEP



de otras áreas del conocimiento como el Design Thinking, diseñado para la ingeniería industrial; el aprendizaje basado en problemas, creado para la medicina y el STEM, que fue proyectado para las Ciencias Naturales, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas. Como resultado se logró el diseño, la construcción y la validación de una propuesta didáctica particular para la robótica educativa, que aportará en los procesos de enseñanza en la educación media.

Palabras clave: robótica, didáctica, interdisciplinar, integración de conocimientos, educación pública, pedagogía

Abstract

This paper presents the design, implementation and validation of a didactic proposal using educational robotics seen as interdisciplinary, in order to strengthen the learning processes that are worked from the area of technology and informatics in the secondary education of the public schools of the city of Bogotá. To achieve the objectives proposed in this research, the epistemological perspective of the mixed paradigm is taken as a basis, using a design in this line with a dominant qualitative preponderance. As a whole, this research contributes to the design of a didactic proposal for the teaching of robotics, integrating multiple knowledge, for this an interdisciplinary commitment is made, since so far this technology has been treated in a disciplinary way. This has prevented us from showing the great potential of robotics to integrate knowledge, which also motivates students to build contextualized, playful and fun learning. There is a conceptual void in which there is no evidence of a concrete didactics for the teaching of educational robotics, because it is worked from methodologies that come from other areas of knowledge such as Design Thinking, designed for industrial engineering, problem-based learning, created for medicine and STEM, which was designed for Natural Sciences, Technology, Engineering and Mathematics. As a result, the design, construction, and validation of a particular didactic proposal for educational robotics was achieved, which will contribute to the teaching processes in secondary education.

Keywords: robotics, didactics, interdisciplinary, knowledge integration, public education, pedagogy

Introducción

La robótica educativa, desde lo propuesto por Monsalves (2011), permite integrar el conocimiento a través de un proyecto educativo, dentro de los entornos escolares. En la actualidad el trabajo que se realiza a nivel orbital con estas tecnologías ha empezado a permear los procesos de formación contemporáneos de forma trascendental. Desde estos mismos planteamientos la robótica educativa ha sido abordada hasta el momento como una disciplina, lo que en cierta medida restringe el potencial didáctico que tiene esta, ya que es posible trabajarla como interdisciplina (Fourez, 2015).

Al enfocarla de esta manera, se construyen saberes significativos dentro de una situación problema de la comunidad. Para esta investigación se utilizan las disciplinas académicas con la finalidad de que estas aporten de manera particular a un proyecto educativo pensado de manera local, en ningún momento se desvalorizan las áreas del conocimiento, simplemente brindan caminos pedagógicos, didácticos y curriculares, que aportan en la solución de una situación particular (Maingain, 2002).

Algunos resultados de procesos de aprendizaje en el aula, usando la tecnología robótica, muestran cómo estas investigaciones tienden a posicionarse en el diseño del robot desde el proceso ingenieril, dejando a un lado la posible relación del artefacto con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Desde esta propuesta, se buscó que adicionalmente a la comprensión del robot como un objeto tecnológico, este se pueda integrar en un proyecto educativo que permita evidenciar la construcción de conocimiento alrededor de esta tecnología, de forma divertida para los estudiantes.

Al presentar esta propuesta didáctica dentro del aula, es posible articularla con las problemáticas que tiene la humanidad, con el fin de posicionar la investigación dentro de un contexto global. Para esto se plantea una revisión desde la UNESCO (2015), de los objetivos para el desarrollo sostenible, enfocados en dar alternativas a los múltiples problemas que tiene la humanidad y que, en un alto porcentaje, sugieren soluciones con tecnología. Allí uno de los elementos destacados por el organismo internacional, es el educativo y está explícito en el ODS número cuatro, “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (UNESCO, 2015, p. 1). Asimismo, se identificaron elementos concretos desde el problema que muestra porqué la robótica educativa puede convertirse en una posibilidad didáctica que integre el conocimiento en la educación media. A continuación, se describen algunos de los elementos más relevantes.

El primero de ellos está relacionado con la poca articulación de la robótica educativa y el currículo formal, como lo propone Adriana Durán (2016), que ha generado procesos académicos particulares usando esta tecnología, por medio de educación inicial, logrando resultados interesantes de desarrollo de habilidades en programación. Asimismo, se ha incluido dentro del currículo formal de la ciudad de Madrid (España), la robótica educativa en la educación básica y media (Gobierno de Madrid, 2015).

Un segundo elemento muestra algunas estrategias didácticas en las cuales se usa la robótica con el fin de potenciar aspectos de programación a través de un computador, en el que se realiza un ajuste electrónico para un robot y puesta a punto de este artefacto, desde su estructura. Desde esta perspectiva, se observa el vínculo de la robótica educativa con las áreas de inge-

nería, sin embargo, no se evidencia la relación de los robots con los procesos de enseñanza, aspecto clave que es potenciado a través de esta investigación. Queda claro que las implementaciones de trabajos con una tecnología como la robótica, en doctorados en educación a nivel mundial, regional y local no son tan reconocidas, a diferencia de los estudios ingenieriles en este mismo tema (Alimisis, 2013).

Asimismo, se demuestra que en la actualidad se está pasando por un momento histórico en el cual los procesos educativos se relacionan directamente con las problemáticas de la humanidad, así se menciona en los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la UNESCO (2015), mostrando que existen limitaciones en la alfabetización digital en el mundo, que pueden solucionarse a través de tecnologías exponenciales entre las que se encuentra la robótica (López, 2018).

Otro elemento clave de esta investigación se enfoca en una indagación profunda de los trabajos doctorales en educación a nivel mundial y su relación con la robótica educativa, este proceso permite identificar tendencias en la temática. Dentro de los autores destacados se puede mencionar a la italiana Vavassori (2012), quien ha investigado cómo esta interdisciplina ha empezado a utilizarse en áreas diferentes a las áreas tecnológicas, especialmente en las Matemáticas y las Ciencias Naturales.

En Norteamérica, se evidencian investigaciones en el tema de la robótica educativa, en la que los niños usan esta tecnología como parte del trabajo curricular formal (SCVISRI, 2016). En el mismo país se encuentra quien es, sin duda, uno de los referentes epistemológicos de esta investigación, Seymour Papert, científico sudafricano formado en las áreas de la computación y las matemáticas, padre de la inteligencia artificial e inventor del lenguaje LOGO.

En Centroamérica se han realizado diversas publicaciones del tema robótica pedagógica por parte de Ruiz (2012), quien ha desarrollado una teoría alrededor de esta tecnología educativa, lo cual le ha permitido realizar diversas investigaciones en la región. Asimismo, la Fundación Omar Denjo (2019) analiza las iniciativas, tendencias, fortalezas, debilidades y oportunidades de proyectos educativos con robótica en la región.

En Sudamérica se destacan los trabajos realizados por Peralta (2018), quien muestra cómo a través de prototipos robóticos es posible realizar procesos de enseñanza y evaluación en la educación media. En Argentina existe una iniciativa a través del trabajo con el apoyo gubernamental, que busca a través de clubes de tecnología, potenciar el pensamiento computacional en los niños de educación básica y media, usando robots (Argentino, 2015).

En Colombia, las investigaciones disponibles sobre el tema pertenecen a doctorados en Ingeniería y relacionados con tecnología que aplican en algunas ocasiones sus diseños a procesos educativos formales, este es el caso de González (2012), quien, con su trabajo de robótica cooperativa – móvil, potencia el pensamiento computacional y en equipo, de los estudiantes. En esta misma línea, Bravo (2019), aporta en el ámbito del teatro robótico, potenciando habilidades del siglo XXI en los participantes. Junto a los anteriores, Páez (2019), diseñó un producto tecnológico que permite la interacción hombre – máquina, en procesos educativos. Finalmente, Jiménez (2010), desarrolla procesos de robótica educativa para soluciones en ingeniería en la Facultad de Minas en Antioquia.

Los anteriores elementos permiten ratificar el diseño, la construcción y la validación de esta propuesta, en la que se reconoce a la robótica educativa como interdisciplina, haciendo de esta una didáctica integradora de conocimientos para la enseñanza en la educación básica y media.

Desde la justificación y novedad de esta investigación se muestra cómo a través del diseño, construcción, validación e implementación de la propuesta denominada *La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza*, se permite el uso de una tecnología como la robótica, de forma novedosa; como lo menciona Maingain (2002), se impacta el currículo de las instituciones de educación media, acercando al estudiante de forma creativa y moderna al conocimiento.

Dentro de esta exponencial aparición de procesos educativos vinculados a las tecnologías 4.0. y 5.0, como lo planteó el grupo del T20 (2018), emergen nuevos conceptos, es el caso de los ecosistemas digitales de enseñanza, como lo propone Torres (2009), con los cuales se apalancaron procesos formales y no formales de enseñanza – aprendizaje, allí la robótica educativa puede llegar a ser una alternativa didáctica que permita formar estudiantes con algunas características de líderes para el siglo XXI (ISTE, 2011). Por otro lado, la necesidad global de formar niños y jóvenes con estas características les permite estar a la vanguardia en las transformaciones profundas que tiene el mundo, relacionada con el cambio de las formas de trabajo, educación y sociedad modernas.

Unido a lo anterior, se describen algunas potencialidades de la robótica en los procesos de enseñanza. La primera de ellas la creatividad (Pittí, 2010). Allí el estudiante en su ambiente educativo busca nuevas alternativas para generar su propio aprendizaje, en el que el diseño, la construcción y los ajustes de prototipos robóticos promueven alternativas para dar solución a problemas de la comunidad escolar y su entorno.

Una segunda característica es la innovación, como lo plantea Acuña (2016), esta se evidencia en el trabajo con robots, debido a que con esta tecnología se pueden observar cambios relacionados del ¿cómo piensa y actúa un sujeto en su entorno? No solo consiste en hacer artefactos, es un proceso de cambio, una filosofía de vida, siempre reflexionando acerca de posibles soluciones para las problemáticas de la sociedad (Molano, 2022).

Un tercer elemento, es la comunicación eficaz concebida como una colaboración permanente entre los participantes del proceso educativo, lo que incluye docentes, estudiantes, directivos, padres de familia y representantes del sector productivo. Sin duda, se busca fortalecer las cualidades individuales desde un trabajo conjunto integrado, buscando siempre acuerdos verbales que permitan llegar a posibles soluciones para la comunidad (Acuña, 2012).

Un cuarto elemento es la interdisciplinariedad, como lo propone Maingain (2002), esta es una característica clave para la investigación, así como su relación con la robótica educativa y su naturaleza multidisciplinar en las áreas del conocimiento, que permite la integración en un proyecto educativo, potenciando los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Una quinta característica está vinculada a su fuerte relación con el pensamiento computacional, allí los procesos de programación son trascendentales porque impulsan al estudiante a comprender cómo un dispositivo electrónico procesa la información, y a su vez le permite crear una rutina de movimientos para los robots, potenciando las habilidades del siglo XXI, como lo son las capacidades de ser aprendiz empoderado, ciudadano digital, constructor de conocimientos, diseñador innovador, pensador computacional, comunicador creativo y colaborador global (ISTE, 2011).

Un sexto elemento está relacionado con potenciar las habilidades motrices (Lamoyi Villamil, 2019). El mundo actual requiere profesionales para el saber - hacer, específicamente el poder manipular herramientas tecnológicas, lo cual se logra siendo capaz de ajustar y poner a punto robots educativos.

Las anteriores potencialidades de la robótica educativa permiten que un estudiante, que esté inmerso en procesos con esta tecnología y que pueda relacionarla con los problemas del entorno, esté en una posición privilegiada frente a los que no la manejan, pues el primero podrá aportar de forma directa en procesos modernos vinculados a la automatización, el control y las comunicaciones.

Un aspecto adicional dentro de la argumentación de este proyecto es la forma en cómo el gobierno colombiano busca alternativas entre las que se destacan la Política Nacional para la

Transformación Digital e Inteligencia Artificial (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Allí se aportan algunos planteamientos importantes hacia la inclusión de las tecnologías 4.0 en las industrias, y genera aportes importantes en la inclusión de estas en el currículo formal. Recientemente, se incluyó un nuevo CONPES 3988, desde el DNP (2020), en el que se dan orientaciones desde el gobierno colombiano, acerca de tecnologías para aprender.

En este documento se realiza una aproximación de lo que será, en un futuro cercano, la política educativa para el área de tecnología e informática, con tecnologías exponenciales como la robótica, el internet de las cosas, la inteligencia computacional y la impresión 3D.

Cabe aclarar que aún es necesario recorrer un largo camino para integrar la robótica al aula, debido a múltiples factores en los que se incluye una reglamentación concreta, desde el Gobierno nacional, para el área de Tecnología e Informática, mediante la cual se impulse, de forma importante, procesos con estas ramas del conocimiento.

Teniendo en cuenta los argumentos anteriores, se realiza el planteamiento del problema de esta investigación, que consiste en determinar cómo la robótica es una tecnología exponencial de gran desarrollo en la actualidad, que se emplea en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación media desde metodologías como el ABP, Design Thinking, el STEM, entre otras, lo que ha impedido el desarrollo de una didáctica propia de esta interdisciplina.

Asimismo, se plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo a través de una propuesta didáctica en el uso de la robótica educativa como interdisciplina, es posible fortalecer el aprendizaje para el área de tecnología e informática en la educación media?

Metodología

Esta investigación se basa epistemológicamente en el paradigma mixto a partir de las posturas de Creswell (2013); la robótica educativa se trabaja desde un planteamiento abierto, que permite entender el fenómeno de cómo la didáctica se relaciona con la tecnología, donde se explora, describe y comprende la correlación entre diversas disciplinas del conocimiento. Así es posible investigar a profundidad los datos e información recopilada, brindando una riqueza interpretativa y contextualizada para el territorio colombiano, desde una aproximación inédita en los doctorados en educación.

El diseño metodológico es de carácter mixto con preponderancia cualitativa dominante desde lo que propone Johnson (2013), aquí se expone cómo la robótica educativa puede verse desde la complejidad de la interdisciplinariedad, se incluyen aspectos didácticos propios

de la educación, así como elementos tecnológicos enfocados en las tecnologías exponenciales (López, 2018).

Esta investigación se implementa a través de la metodología exploratoria secuencial, como lo propone Creswell (2013), profundizando en los datos relacionados con las posturas epistemológicas de la robótica desde lo técnico y pedagógico, donde se obtienen, de forma adicional, tendencias de esta tecnología desde lo ingenieril. La propuesta incluyó contextos de trabajo, personas ilustradas en el tema, expertos académicos y empresariales de la robótica aplicada en la educación (Molano, 2022). Para el análisis de la información se usan herramientas tecnológicas como Atlas Ti (2024) y Microsoft Excel (2016), los cuales permiten realizar el análisis textual, la creación de encuestas, la creación de instrumentos, las redes semánticas, entre otros, potenciando el proceso de investigación de forma estructurada.

Para la credibilidad de esta investigación, se toma a Hong (2018), desde allí se trabajan los criterios de calidad en los métodos mixtos, debido a que estos permiten mejorar o aprovechar los hallazgos cualitativos con resultados cuantitativos y viceversa; que proporcionan una comprensión completa de un fenómeno (Bryman, 2006). Se conocen aspectos cualitativos desde la didáctica de la robótica educativa, así como los cuantitativos de esta interdisciplina tecnológica. Se enfoca la investigación desde dos puntos de vista: por un lado, lo objetivo, enfocado a lo tecnológico; y lo subjetivo, observado desde lo didáctico, curricular y educativo.

Desde la ética, se toma a la robótica educativa a partir de aspectos que permiten que los estudiantes accedan de forma sencilla a este tipo de tecnologías, a través del uso de materiales de fácil consecución, lo que generó inclusión de la tecnología en los procesos educativos. Asimismo, la validación de estos instrumentos la realizaron expertos en tecnologías exponenciales, profesionales del área de humanidades de diversas universidades, así como doctores en educación con experiencia en las líneas de la didáctica de la tecnología.

En línea con este trabajo, se propone en un primer momento una matriz de desarrollo metodológico, que permite ver un panorama general de la ruta a seguir en la investigación, esta contiene pregunta orientadora, objetivo general, objetivos específicos, categorías de análisis, técnicas, fuentes, instrumentos y a quien aplica cada uno de estos elementos (Tabla 1).

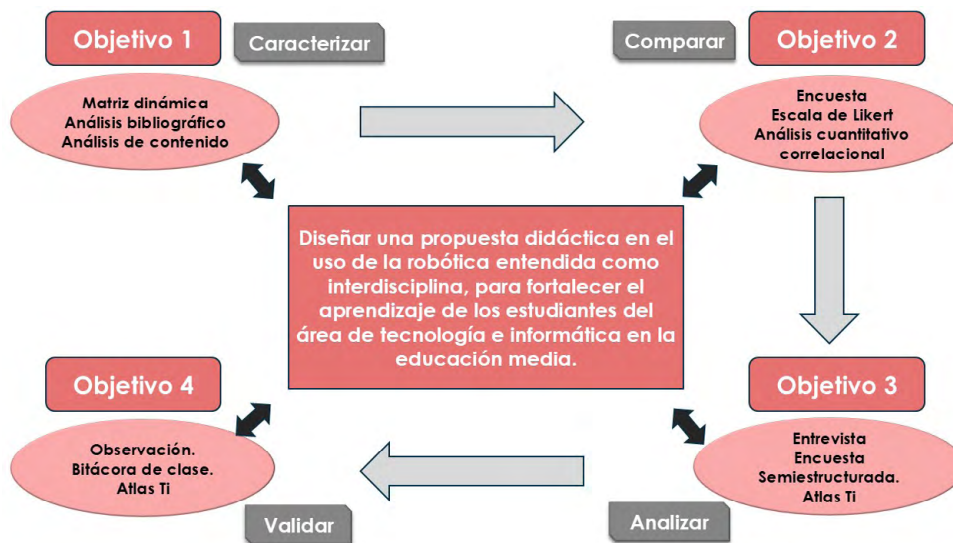
Tabla 1
Matriz de desarrollo metodológico

Pregunta	Objetivo general	Objetivos específicos	Cat. Análisis	Instrumentos	Técnicas
¿Cómo la robótica educativa en el aula, comprendida como interdisciplina, puede fortalecer desde lo didáctico el aprendizaje en la educación media para el área de tecnología e informática?	Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de la robótica educativa, entendida como interdisciplina, con el fin de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media	Caracterizar las didácticas usadas en la enseñanza de la robótica, en proyectos interdisciplinarios trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media.	Didácticas que se basan en el uso de tecnologías que contienen elementos de robótica, robótica educativa y robótica didáctica. Interdisciplina. Integración del conocimiento.	Matriz dinámica	Análisis textual (Análisis bibliográfico) Análisis textual (Análisis de contenido)
		Comparar los recursos tecnológicos que son usados como herramientas didácticas de robótica, para el área de tecnología e informática en la educación media.	Materiales didácticos de la robótica educativa. Procesos didácticos en la educación media, por medio de la robótica. Integración del conocimiento. Interdisciplinariedad.	Encuesta Escala de Likert.	Análisis cuantitativo correlacional de dos variables Matriz dinámica
		Analizar los aportes didácticos de la robótica, vista como interdisciplina, en el área de Tecnología e Informática para la educación media.	Didácticas en tecnologías educativas, usando robótica. Interdisciplinariedad. Materiales de robótica en educación media. Integración del conocimiento.	Formato de encuesta semiestructurada, por categorías de investigación. - Formato de encuesta semiestructurada.	Matriz dinámica Atlas Ti
		Validar los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina, en los aprendizajes de los estudiantes del área de tecnología e informática, en la educación media.	Interdisciplina. Integración del conocimiento. Didáctica en el aula de clase.	Matrices de análisis por sesión de validación. Formatos de trabajo para el docente. Formatos de trabajo para el estudiante. Prueba de salida. Robots elaborados con materiales de fácil consecución.	Entrevista

Nota. Matriz de desarrollo metodológico general. Fuente: Molano (2022).

Para abordar los objetivos de la investigación, se diseña un modelo propio que relaciona cada uno de los cuatro objetivos específicos, con el general (Figura 1).

Figura 1
Abordaje de los objetivos



Nota. De esta forma se hizo el abordaje de los objetivos de investigación. Fuente: Molano (2022).

A continuación, se muestra la forma en la que se abordó cada uno de los objetivos de esta investigación. Para el número uno, que es de corte cualitativo, se realiza un análisis bibliográfico y de contenido que permite caracterizar las didácticas usadas en la enseñanza de la robótica, en proyectos interdisciplinarios trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media, a través de una matriz dinámica (Molano, 2022).

En el objetivo número dos, de corte cuantitativo, y como lo expone Hernández-Sampieri (2018), se compararán los recursos tecnológicos que son usados como herramientas didácticas de robótica, para el área de tecnología e informática en la educación media. La recolección de la información se hace a través de una escala de Likert y su análisis cuantitativo correlacional, usando Microsoft Excel (2016) y SPSS (IMB, 2024).

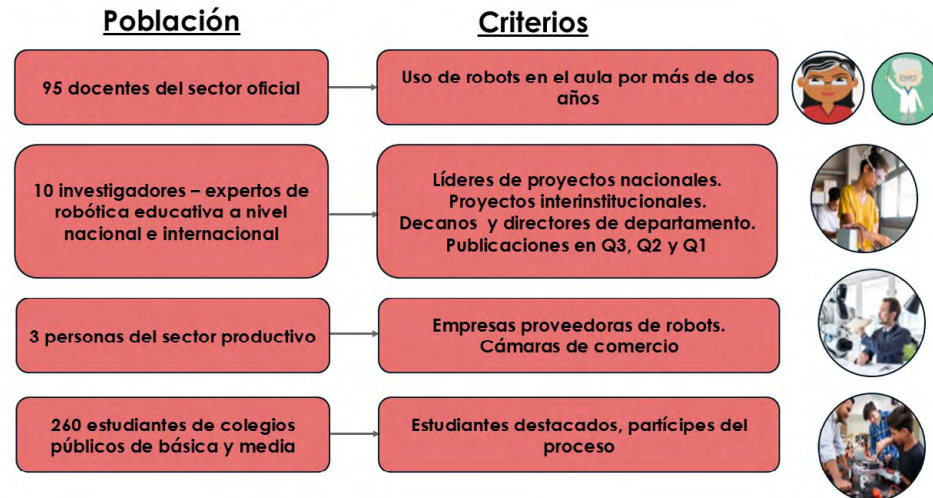
Para el objetivo número tres, su implementación es exploratoria secuencial, esto quiere decir que este instrumento depende de la información recopilada en los objetivos uno y dos (Creswell, 2013). Allí se construyen elementos cualitativos como encuestas y entrevistas semiestructuradas que permiten recopilar la información que, posteriormente, se analiza a través de procesos hermenéuticos.

En cuanto al objetivo número cuatro, de corte mixto, se realiza una validación de los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina, en el aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media, para lo cual se construye una bitácora de observación en la que los implementadores, que son docentes, pueden realizar comentarios de corte cualitativo. De la información obtenida se realiza un análisis del discurso de los maestros y estudiantes. Es importante mencionar que este instrumento también contiene información de tipo cuantitativo que se procesa a través de la técnica de análisis estadístico simple, usando los softwares Atlas TI (2024) y SPSS (IMB, 2024).

Frente a la población de esta investigación, se destaca que se cuenta con participantes de diferentes grupos, por un lado, docentes de instituciones educativas distritales, por el otro, investigadores de la robótica educativa a nivel internacional, regional y nacional; asimismo, empresarios proveedores de material didáctico de robótica educativa en Bogotá y, finalmente, estudiantes destacados en el uso de robots en la educación básica y media de escuelas públicas de la ciudad (Creswell, 2013). En la Figura 2 describe en detalle esta población.

Figura 2

Población de la investigación



Nota. Total de la investigación desarrollada. Fuente: Molano (2022).

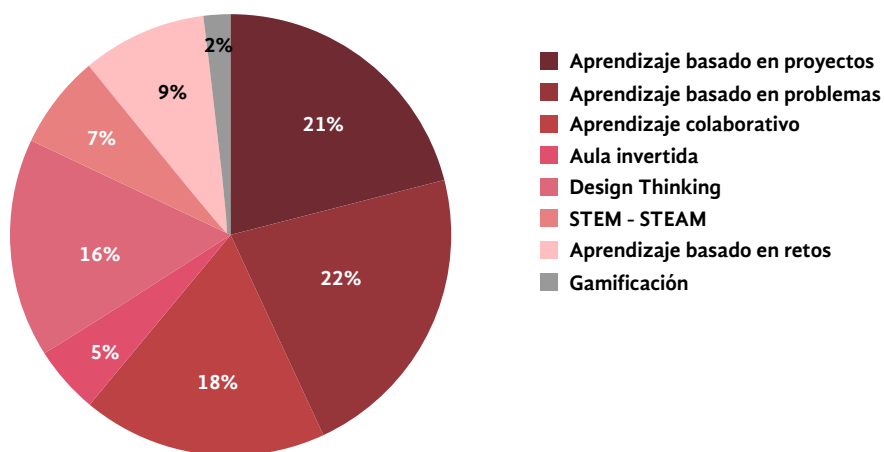
Todas las personas que intervienen brindan confiabilidad al proceso investigativo. De manera específica, se impactaron instituciones educativas de diversas localidades de la ciudad de Bogotá como Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe y Usaquén. Asimismo, se contó con la participación de los docentes de Tecnología e Informática de cada uno de estos centros educativos.

Resultados

A partir de los resultados de esta investigación se reconocen las siete didácticas más usadas a nivel mundial, en la enseñanza de la robótica educativa en proyectos interdisciplinares, que permiten a los estudiantes construir conocimientos significativos en el área de tecnología e informática en la educación media. Estas didácticas son el Aprendizaje Basado en Problemas, como lo muestra Escribano (2008), con un alto porcentaje (22 %); el *Design Thinking*, desde las posturas de Brown (2009); el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), desde las posturas de Palabra Maestra (2020); los enfoques STEM y STEAM, como lo manifiesta Botero (2018); el Aprendizaje Colaborativo (2020); la Gamificación, desde lo planteado por Deterding (2019), los procesos de Aula Invertida, como lo propone Aburto (2021); y el Aprendizaje Basado en Retos (UNIR, 2019). Lo anterior permite ratificar que las mencionadas didácticas son las más usadas a nivel orbital. En la Figura 3 se consolidan estos resultados.

Figura 3

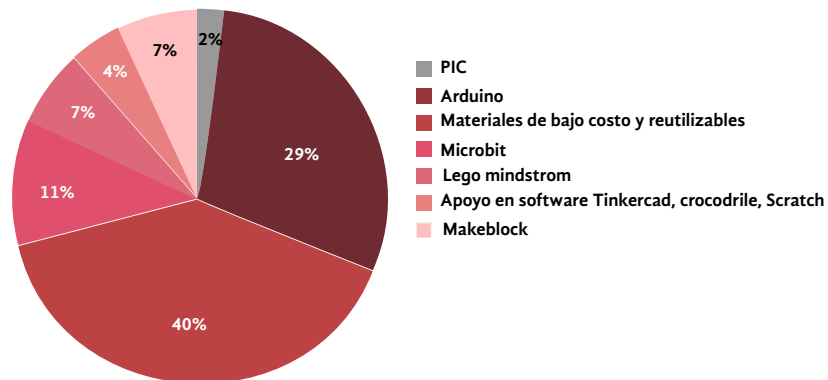
Propuestas didácticas relacionadas con robótica educativa



Por otro lado, se reconocen los materiales didácticos más usados por los docentes de escuelas públicas de Bogotá, entre los que se destacan las tecnologías Arduino (2024), PIC - Circuitos Integrados Programables (2024), y LEGO Mindstrom (2024). Adicionalmente, se identifican las plataformas más usadas para programar los robots como lo son Tinkercad (2024), Yenka (2024) y Scratch (2024). Finalmente, tomaron mucha fuerza (29 %) los prototipos elaborados con materiales de bajo costo y reutilizables (Figura 4).

Figura 4

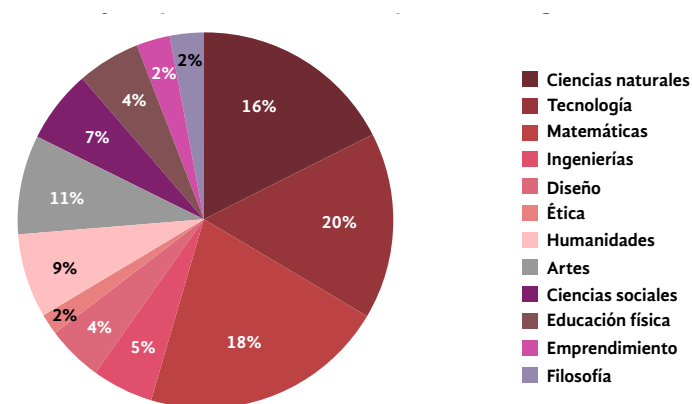
Materiales didácticos usados en la enseñanza de la robótica



Por otro lado, se destaca la capacidad que tiene la robótica educativa de articular diversas áreas del conocimiento, así como sus posibles aplicaciones en la solución de problemas de la comunidad, haciendo este proceso significativo e integral para los estudiantes. En la figura 5, se muestran estas posibilidades interdisciplinarias e integrales de esta tecnología en un proyecto que involucre robótica educativa.

Figura 5

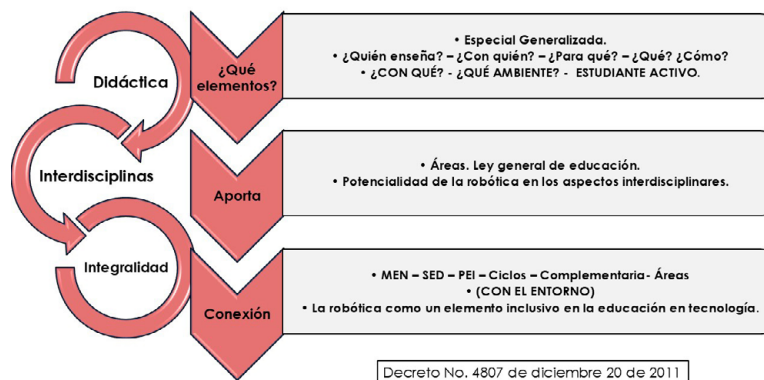
La robótica su interdisciplinariedad e integración de conocimientos



Un componente importante de esta investigación es la elaboración de una propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos para la enseñanza de la robótica en la educación media, después de haber sido implementada y validada en diversas instituciones públicas de Bogotá. La propuesta didáctica se describe en la figura 6.

Figura 6

Aspectos didácticos, interdisciplinarios e integrales



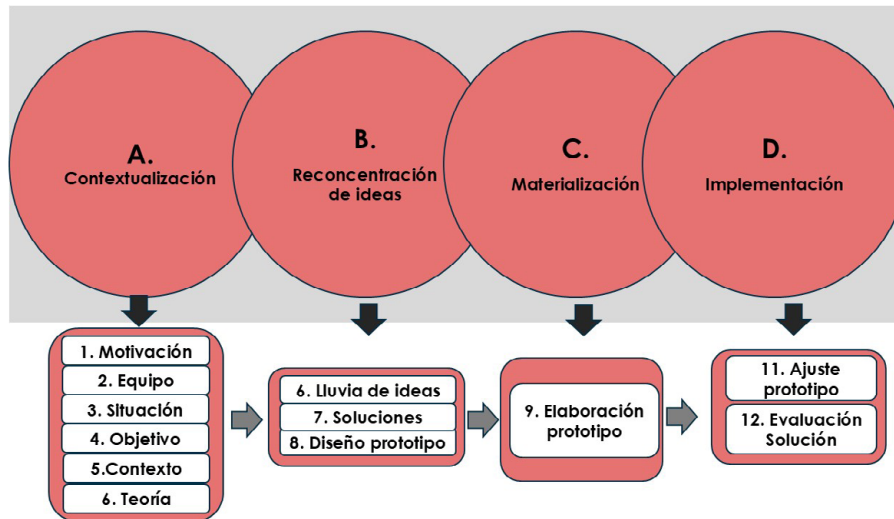
Nota. Propuesta integradora de conocimientos. Fuente: Molano (2022).

En la Figura 6, se reconocen las potencialidades didácticas de la robótica, destacando la participación del estudiante y su rol activo en la construcción de conocimientos. De igual manera, se ratifica la posibilidad que tiene la tecnología de poder aportar en las áreas obligatorias de la educación media, así como en asignaturas adicionales, ratificando la potencialidad de esta como un elemento interdisciplinar.

Otro aspecto por destacar es la identificación de las conexiones de integralidad del conocimiento que puede tener la robótica desde las políticas y orientaciones de diversas entidades gubernamentales colombianas, y las relaciones directas con el entorno educativo. Finalmente, se potencia la robótica educativa como un elemento incluyente dentro de la educación media, si los artefactos son desarrollados con materiales de fácil consecución y reciclados en el aula de clase.

Por otro lado, en la Figura 7 se muestran los momentos de la propuesta didáctica interdisciplinar que se componen de A. Contextualización; B. Reconcentración de ideas; C. Materialización; y D. Implementación (Molano, 2022).

Figura 7
Momentos y etapas



Nota. Propuesta didáctica final. Fuente: Molano (2022).

A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de estos momentos.

A. Contextualización: en este momento se motiva al grupo de estudiantes a trabajar la propuesta didáctica y se realiza un trabajo para reconocer pares y hacer equipos de trabajo, identificar una situación de contexto educativo que pueda ser solucionada a través de un robot. Asimismo, se definen los objetivos del proyecto, se hace un barrido del entorno educativo desde tres elementos clave, como lo son la comunidad, la economía y el contexto.

B. Reconcentración de ideas: aquí se realiza una lluvia de ideas interdisciplinar, en la cual todas las áreas del conocimiento vinculadas a la educación media aporten en el proyecto, con el fin de proponer soluciones para la problemática identificada.

C. Materialización: en este momento se construye el prototipo, basándose en el diseño hecho con anterioridad, en el cual, inicialmente, se elabora con materiales de fácil consecución, para ir depurando el artefacto poco a poco y, posteriormente, ir mejorando en su aspecto funcional y visual.

D. Implementación: en la primera etapa de este momento se ajusta el prototipo, posteriormente se hacen múltiples correcciones estructurales, electrónicas y de programación, si es necesario. Es claro que siempre se busca dar una solución óptima a la problemática que se ha venido desarrollando. Finalmente, se evalúa el artefacto desarrollado y se realiza retroalimentación con la comunidad educativa.

Discusión

En esta investigación se identifican nuevas propuestas educativas vinculadas a procesos transversales, interdisciplinarios e integrales de conocimiento, para áreas tecnológicas ligadas a la educación básica y media, reemplazando las propuestas didácticas basadas en el constructivismo y socioconstructivismo (Carbonell, 2015).

Se ratifica que los procesos que incluyen robots educativos en el aula permiten mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Lo anterior se evidencia al revisar la prueba de entrada y de la salida realizada a los participantes del proceso de investigación, en la cual se nota una mejoría en el trabajo en equipo, así como se potenció el manejo de herramientas tecnológicas que incluyeron procesos de impacto en la comunidad a través de un proyecto innovador que generó sentido de pertenencia con su entorno (Molano, 2022).

Se reconoce una tendencia de inclusión educativa, como lo propone el Ministerio de Educación Nacional, por medio del decreto 4807 (2011), a través de la robótica educativa. Esto se debe a que es posible diseñar, construir, ajustar y poner en funcionamiento prototipos didácticos elaborados con elementos de fácil consecución y reciclados del entorno de los estudiantes, donde estos potencian su liderazgo, la comunicación asertiva y su creatividad. De igual forma, se identifica que las plataformas tecnológicas que más se acomodan a este tipo de materiales son Arduino (2024) y Microbit (2022), que sirven como cerebro del robot, y aplicaciones como Scratch (2024) o Tinkercad (2024), con el fin de generar algoritmos de programación de movimientos de la estructura.

Por otro lado, es necesario incluir en las carreras profesionales que forman licenciados para la enseñanza de la Tecnología y la Informática, elementos de diseño, construcción y uso de plataformas tecnológicas 4.0 y 5.0, que permitan el manejo de prácticas contemporáneas en el aula de clase, para que los estudiantes reciban una educación moderna, acorde con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2015) y las competencias para el siglo XXI (ISTE, 2011).

Conclusiones

Se ratifica uno de los vacíos conceptuales de la investigación: no se reconoce una propuesta didáctica específica para la enseñanza de la robótica educativa en la educación media. Esta interdisciplina tecnológica se enseña desde didácticas de otras áreas del conocimiento como la medicina, en el caso del Aprendizaje Basado en Problemas, planteado por Escribano (2008); o la ingeniería industrial, para el *design thinking*, propuesto por Brown (2009), entre otras.

En los colegios públicos se evidencian mínimas experiencias en las que se use la robótica educativa en procesos interdisciplinarios. Lo anterior se debe al poco tiempo que se dedica a la planeación de este tipo de iniciativas, en las cuales deben intervenir diversas áreas del conocimiento, pero también las mismas dinámicas de las instituciones educativas, los horarios y las posturas disciplinares hacen complejo el proceso. Por otro lado, la ausencia de materiales didácticos de esta tecnología en las instituciones reduce de forma importante la inclusión en las planeaciones curriculares.

Se destaca que es posible desarrollar prototipos robóticos en los colegios distritales de la ciudad, estos artefactos pueden aportar en soluciones concretas de problemas del entorno. Se ratifica que a través de estos productos los estudiantes mejoran sus procesos de aprendizaje, el trabajo en equipo y la capacidad de resolver problemáticas contemporáneas.

Asimismo, los procesos educativos con robots permiten fortalecer temáticas importantes desde las mismas ingenierías, en las que se destacan, por ejemplo, aspectos relacionados con la corriente eléctrica, el voltaje, la resistencia eléctrica, la teoría del diseño mecánico, entre otras, que son aplicadas en un prototipo inteligente, suscitando en ellos, pensamiento crítico y un aprendizaje contextualizado.

Se propone hacia el futuro, realizar investigaciones relacionadas con el diseño, la producción y distribución de material didáctico vinculado a los robots, que incluya a los docentes de los colegios públicos de Colombia.

Finalmente, se sugiere generar propuestas curriculares dentro de los PEI, que se enfoquen en procesos interdisciplinarios que ataquen, de manera concreta, una problemática de la comunidad de forma integral.

Contribución de autores

Todos los autores: conceptualización, metodología, redacción –elaboración del borrador original, investigación, supervisión, software, validación, redacción, revisión y edición.

Referencias

- Aburto, J. (2021). El aula Invertida, estrategia metodológica para desarrollar competencias en la Educación Superior. *El aula Invertida, estrategia metodológica para desarrollar competencias en la Educación Superior* (17), 26-42. <https://revistashumanidadescj.unan.edu.ni/index.php/Humanismo/article/view/783/1113>
- Acuña, J. C. (2016). *Memoria y formación: Una aproximación desde la fenomenología y la inteligencia artificial*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/87>
- Acuña, L. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *Práxis Educativa y Entorno Tecnológico*, 13(3), 6-27. <https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/9126/9355>
- Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: new challenges and trends. *Themes in Science and Technology*, 6(1), 63-71. https://www.researchgate.net/publication/284043695_Educational_robotics_Open_questions_and_new_challenges
- Aragonesa de Servicios Telemáticos (2016). *Guía de Microsoft Excel*. <https://ast.aragon.es/sites/default/files/primerospasosexcel2016.pdf>
- Arduino. (2024). *Arduino*. <https://www.arduino.cc/>
- Autodesk. (2024). *Thinkercad*. <https://www.tinkercad.com/>
- Barbosa, J. (2018). Future of Work and Education for the Digital Age. CARI, Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales. https://t20argentina.org/wp-content/uploads/2018/09/VE-T20-policy-brief-08.27.2018_Editorial-Board-Rev11.09.2018-ALLA-clean-1.pdf

- Botero, J. (2018). *Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. Educación STEM. Stilo Impresores Ltda.
- Bravo, Á. (2019). *Dramabot, a cognitive multiagent architecture for implementing educational drama techniques using robot actors*. Librería de la U. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98872-6_21
- Brown, T. (2009). *How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Library of Congress.
- Bryman, A. (2006). Integrating quantitative and qualitative research: How is it done? *Qualitative Research*, 6(1), 97-113. <https://doi.org/10.1177/1468794106058877>
- Carbonell, J. (2015). *Pedagogías del siglo XXI. Alternativas para la innovación educativa*. Octaedro.
- Compartir palabra maestra (2020). *El aprendizaje basado en proyectos*. <https://www.compartirpalabramaestra.org/recursos/infografias/aprendizaje-basado-en-proyectos-10-pasos-para-implementarlo>
- Consejo Federal de Educación de Argentina (2015). Resolución CFE N° 263/15.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Departamento Nacional de Planeación (2020). CONPES 3988. *Tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales*. https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-126403_tpa.pdf
- Deterding, S. (2019). Gamification in Management: Between Choice Architecture and Humanistic Design. *Journal of Management Inquiry*, 28(2), 131-136. <https://doi.org/10.1177/1056492618790912>
- Escribano, A. (2008). *La metodología del aprendizaje basado en problemas*. Narcea.

- Fernández, T. y Tamaro E. (2004). Biografía de Paulo Freire. Biografías y Vidas. <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/freire.htm>
- Fourez, G. (2015). *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque constructivista*. Editorial Narcea.
- Fundación Omar Denjo (2019). *Competencias del Siglo XXI*. http://www.fod.ac.cr/competencias21/index.php/acerca-de-las-competencias#.XX_urWIKjIU
- Decreto 48 de 2015 [Gobierno de Madrid]. Por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria para la Comunidad de Madrid. 14 de mayo de 2015. https://www.ecmadrid.org/es/pdfs-revistas/doc_download/6288-decreto-48-2015-14-de-mayo-curriculo-eso-texto-consolidado
- González, E. (2016). *Smart Town. Talento e Innovación aplicada al territorio*. Javegraf.
- González, E. (2012). *Robótica cooperativa*. Librería de la U.
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Hong, Q. N. (2018). Mixed methods appraisal tool (MMAT), version 2018. http://mixedmethodsappraisaltoolpublic.pbworks.com/w/file/fetch/127916259/MMAT_2018_criteria%20manual_2018%202008%202001_ENG.pdf
- IMB (2024). SPSS Statistics. <https://www.ibm.com/co-es/products/spss-statistics>
- ISTE (2011). *Education, International Society for Technology in Education*. <https://info.iste.org/student-standards-get-poster-thanks?submissionGuid=570bbbc2-a28c-42e1-a3a6-c6fa607cd470>
- Jiménez, J. (2010). *Robótica educativa*. Universidad Nacional de Colombia.
- Johnson, R. (2013). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>

- Lamoyi, L. (2019). La robótica Lego Mindstorms®: un recurso didáctico para fortalecer el pensamiento lógico matemático. *Perspectivas Docentes*, (70), 12-17. <http://revistas.ujat.mx/index.php/perspectivas/article/view/561/467>
- Lego (2024). Lego. <https://www.lego.com/es-es/aboutus/lego-group/the-lego-group-history/>
- López, J. (2018). *La gran Transición*. Fondo de Cultura Económica.
- Maingain, A. (2002). *Approaches didactiques de l'interdisciplinarité*. De Boeck.
- Microchip (2024). *Microchip*. <https://www.microchip.com/>
- Microsoft (2022). *Microbit*. <https://makecode.microbit.org/>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2022). *Orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en la educación básica y media*.
- Decreto 4807 de 2011 [Ministerio de Educación Nacional]. 20 de diciembre de 2011. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-293375_archivo_pdf_decreto4807.pdf
- Molano, D. (2022). *La robótica educativa: una disciplina pedagógica y didáctica integradora de conocimientos*. [Tesis doctoral, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48237>
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117. <https://www.redalyc.org/pdf/659/65920055004.pdf>
- Moreno, J. (2020). *Regulación interpersonal y trabajo colaborativo en ambientes computacionales: conformación grupal y estilo cognitivo*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11917>
- Páez, J. (2019). Interacción Humano-Robot: Consideraciones de implementación en ambientes escolares. *Revista Noria Investigación Educativa*, 3(1). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaIE/issue/view/988/375>

- Peralta, A. (2018). A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(1), 30-50. <https://doi.org/10.5753/rbie.2018.26.1.30>
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología*. Labor S.A.
- Pittí, K. C. (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(11), 310-329. <https://doi.org/10.14201/eks.6294>
- Romero, L. (2020). *Educación en tiempos de coronavirus: ¿Nace un nuevo paradigma?* Iproup. <https://www.iproup.com/economia-digital/12540-educacion-en-tiempos-de-coronavirus-nace-un-nuevo-paradigma>
- Ruiz, E. (2012). *Constructivismo, construccionismo y robótica*. Ediciones Díaz de Santos.
- Scientific Software Development (2024). *Qualitative data Analysis*. ATLAS TI, <https://atlasti.com/es/>
- Scratch. (2024). Scratch. <https://scratch.mit.edu/>
- Scvisri. (2016). *Inclusión de la robótica en el currículo de Educación Infantil en Estados Unidos*. Servicio de publicaciones plaza de San Diego.
- Siemens, G. (2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. https://www.academia.edu/2857237/Connectivism_a_learning_theory_for_the_digital_age
- Singularity. (2019). Dra. Nicole Wilson. <https://su.org/about/faculty/nicole-wilson/>
- Torres, H. (2009). *Didáctica general*. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana.
- UNESCO (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

UNIR (2019). *Aprendizaje basado en retos: ¡acepta el desafío!* <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-basado-en-retos-acepta-el-desafio/>

Vavassori, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>

Yenka. (2024). *Tecnología Yenka*. https://www.yenka.com/es/Yenka_Technology_Bundle/

Citar artículo como:

Molano García, D. J. y Acero Ordóñez, Óscar L. (2025). La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza. *Educación y Ciudad*, (48), e3160. <https://doi.org/10.36737/01230425.n48.3160>

Fecha de recepción: 29 de enero de 2024

Fecha de aprobación: 9 de mayo de 2024