

Capítulo V.

La robótica educativa mediadora de procesos formativos

Edgar Orlando Caro

*PhD. En Ciencias de la Educación –
Grupo de Investigación GIACE (UPTC)*

Oliva Patiño-Cuervo

*Mg. en Educación –
Grupo de Investigación GIACE (UPTC)*

Jimmy Yordany Ardila-Muñoz

*PhD. En Ciencias de la Educación –
Grupo de Investigación GIACE (UPTC)*

Introducción

La educación es el eje fundamental para el desarrollo de un país, y la tecnología asumida de manera crítica por los actores del sistema educativo contribuye a potencializar ese desarrollo, para el mejoramiento de la calidad de vida de los sujetos inmersos en la sociedad. En el presente capítulo se aborda la tecnología como herramienta en los procesos de aula, en el caso particular la robótica educativa, como mediadora de procesos formativos en los diferentes niveles. En tal sentido, estudios previos como el de López y Andrade (2013) reconocen en la robótica una aliada en los procesos, por la motivación que a priori genera. Empero, también la reconocen como un objeto de estudio relevante, en tanto se construyan tecnofactos robóticos a partir de propósitos iniciales e identificación y apropiación de saberes necesarios para el desarrollo de tal empresa.

En este contexto, en el capítulo se socializan los resultados del proyecto de investigación titulado “La robótica educativa, un sendero pedagógico para la investigación formativa, la creatividad y la impresión de objetos tridimensionales”¹, en el que se expone el proceso de investigación formativa que atendió a tres necesidades básicas: 1) El interés por el conocimiento, 2) Desarrollar investigación formativa desde un programa formador de formadores en informática y tecnología. 3) La integración de conocimientos contemporáneos acorde a las nuevas tendencias de investigación en educación. Para este texto en particular, la robótica educativa está asociada al diseño asistido por computador, la creatividad, y la impresión de objetos en tercera dimensión. Lo enunciado previamente fue abordado con el fin contribuir a una la innovación educativa que pueda mejorar el proceso de formación de formadores en tecnología e informática en la UPTC.

Al interior del capítulo, en una primera parte, se expone la revisión a un grupo de investigaciones que se han venido desarrollando en el ámbito académico mundial y nacional sobre la robótica educativa; luego se aborda un consolidado de las pesquisas conceptuales abordadas, que conforman el corpus teórico y que ha apoyado el desarrollo de la robótica como mediación en la educación y su relación con la creatividad y la fabricación de objetos tridimensionales. Asimismo, se presenta el enfoque y método con el que se adelantó la investigación y el producto tangible que benefició a la comunidad educativa de nivel básica y media, el diseño de un prototipo de robot educativo, todo

¹ Proyecto aprobado y validado por la Dirección de Investigaciones (DIN) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, bajo el código SGI: 2295, desarrollado por el Grupo de Investigación Ambientes Computacionales Educativos (GIACE).

desarrollado a partir de actividades prácticas colaborativas en ejercicios de diseño gráfico y diseño asistido por computador para impresión de piezas en tercera dimensión.

La robótica educativa es un campo de estudio que viene tomando fuerza desde el año 2010 al interior de las instituciones educativas latinoamericanas, cuando se inició el trabajo con lenguajes de programación como Scratch y Prolog en los currículos de ingeniería de sistemas y programas afines a la tecnología. Esto, a pesar de las brechas educativas y carencia de recursos para dotar de laboratorios y robots a los centros educativos sobre todo los de carácter oficial. En este sentido, la experiencia de desarrollar un proyecto de indagación sobre robótica educativa y su relación con la creatividad y la fabricación de objetos tridimensionales, permite movilizar procesos de investigación formativa orientados por investigadores en el contexto de educación superior, congregando docentes y estudiantes en calidad de semilleros de investigación para fomentar el trabajo en equipo.

Esta forma de trabajo permitió el aprendizaje colaborativo, la cooperación entre pares, el auto-aprendizaje para apropiar conocimientos que son de interés subjetivo e intersubjetivo para la comunidad que conforma el programa de Licenciatura en Informática y Tecnología de la UPTC.

Consideraciones previas sobre la robótica en la educación

A continuación se presenta la síntesis y descripción de las fuentes más destacadas y pertinentes al objeto del presente estudio las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) han tomado más importancia en las aulas de clase, combinadas con

diversas áreas de la educación “transversalidad”, para brindar nuevas experiencias en los procesos de formación de los jóvenes de todo el mundo.

Uno de los casos más particulares de esta nueva etapa de la educación es lo publicado en el periódico económico *Expansión* (2015), que textualmente señalaba en su sección de innovación: “Finlandia, donde la robótica y otras disciplinas tecnológicas son algunas de las protagonistas de su metodología, o en Reino Unido, donde ya han realizado un despliegue curricular centrado en la programación”. Este extracto evidencia que la robótica educativa ha permeado el aprendizaje, debido a que se pueden desarrollar y fortalecer algunas habilidades y competencias, como la creatividad, el razonamiento, la lógica y la toma de decisiones, en la mayoría de los casos, a través de actividades y talleres involucrando un sinnúmero de tecnologías. A continuación, se presentan algunos estudios que sustentan tal apreciación.

Para iniciar, se encuentra el trabajo titulado “Uso de la robótica como herramienta de aprendizaje en Iberoamérica y España”, realizado por Pittí et al. (2014) en la Universidad de Salamanca. El propósito de este trabajo era generar un acercamiento entre España e Iberoamérica, para conocer los procesos formativos de la población de educación básica y media, en cuanto a variables pedagógicas que contribuyen al aprendizaje. El estudio, cuyo alcance fue considerado como exploratorio, de tipo descriptivo, empleó una encuesta para consolidar información a partir la descripción del estado y el perfil de los formadores, los recursos disponibles con sus características, el estado de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y el efecto de la relación entre estas variables.

La investigación, al referirse a la robótica, la presenta como un proceso sistémico y organizado, que vincula elementos tecnológicos como plataformas robóticas y lenguajes de programación. Estos dos elementos, al interrelacionarse entre sí, se constituyen en un elemento mediador del aprendizaje, que puede favorecer distintos procesos cognitivos, en mayor medida, los de tipo procedimental y actitudinal, seguido de aspectos conceptuales.

Los resultados extraen que los aprendizajes de tipo procedimental (habilidades/destrezas) están en primer lugar con un 93%, en segundo lugar (75.7%) los aprendizajes actitudinales y en tercer lugar (66.1%) los aprendizajes conceptuales, basados en robótica escolar y extraescolar, y a su vez una elevada presencia entre los atributos propuestos. Igualmente, no existen diferencias significativas en función del tipo de plataforma robótica o software de programación, es decir, del recurso tecnológico empleado (Pittí et al., 2014, p.43).

El trabajo de Guimarães et al. (2018) en la Universidad Federal do Río Grande do Sul (UFRGS, Porto Alegre, Brasil), titulado “Desarrollo de un modelo de robot aplicado a la Educación y simulación en entornos virtuales, EDUBOT-V4”, reflexionó sobre las diversas formas de ofrecer a los estudiantes, en las primeras etapas de formación, actividades que faciliten la asimilación de conceptos científicos a partir de nociones fundamentales basadas en el uso de la tecnología robótica. Para tal fin, se acudió a la teoría socio-histórica de Vygotsky (1997) y a la acción mediadora del modelo de robot (EduBOT), con lo que se favoreció la interacción y motivación entre sujetos, debido a que el uso del robot se realizó de manera colaborativa entre estudiantes.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, basado en la investigación-acción, definida por Thiollent (2005) como una investigación social, concebida y realizada en estrecha asociación con una intervención para solucionar un problema en contexto real. La metodología se basó de acuerdo con Thiollent (2005) y otros, en tres momentos y áreas fundamentales diferenciadas: por un lado, los conceptos tradicionales enmarcados en la presentación de la tecnología a utilizar, el proceso de internalización enmarcado en los propios desafíos propuestos por la tecnología y, finalmente, los conceptos que tienen relación con la validación.

Así las cosas, se logró determinar y percibir un incremento en el interés de los alumnos por los contenidos abordados en clase, y, por ende, el incremento de la creatividad y óptimo rendimiento en el desempeño al desarrollar las actividades. Así mismo, el hecho de que no se puede plantear la robótica sin hacer referencia a conceptos que se encuentran de una manera cada vez más visible, conectados a la propia naturaleza de la robótica educativa.

Por otra parte, uno de los primeros pasos para que los discentes consigan trabajar robótica es que aprendan a programar adecuadamente en las aulas de clase, ya que, según Díaz et al. (2015), “los estudiantes dejan de ser consumidores de tecnología y pueden dar respuestas imaginativas y divergentes y poner en juego sus significados personales” (p. 1299).

Respecto al uso de aplicaciones informáticas, los autores mencionan el uso de RITA (Robot Inventor to Teach Algorithms), que permite el desarrollo del pensamiento lógico y de la habilidad cognitiva para la programación de computadoras en la secundaria, a partir de videojuegos cercanos a la cultura

adolescente. De esta manera, RITA permite, a partir de una interfaz que contiene piezas similares a LEGO, la construcción de estructuras lógicas o programación en bloques.

A partir de esta estrategia surge Programando con Robots y Software Libre, que tiene como propósito la construcción de artefactos robotizados de manipulación sencilla, lo cual permite la transversalidad de la programación y áreas como la matemática, física, entre otras. “Este proyecto, destinado a estudiantes de escuelas secundarias, propone actividades sociales lúdicas, promoviendo la creatividad en el desarrollo de las mismas, tanto por parte de los estudiantes como de los docentes a cargo de los mismo” (Guimarães et al., 2018, p. 1300).

Otro trabajo realizado en Brasil por Viegas y Villalba (2017), publicado en su artículo titulado “Educación y Robótica Educativa”, exponen la robótica desde su inicio y cómo se involucra en la vida cotidiana, a través de su perfeccionamiento por los distintos genios de la historia, como por ejemplo Leonardo da Vinci y el boceto del famoso robot “Mechanical Lion”, reconstruido 500 años después, comprobando su funcionalidad.

El estudio da cuenta del proceso de uso de robótica en una escuela pública de primaria brasileña, donde los estudiantes y profesores han aprendido a usar la tecnología y cómo integrarla de manera transversal al currículo, con el objeto de proporcionar un entorno para la utilización de la robótica en la educación; y ayudar a estudiantes a mejorar el aprendizaje de lenguajes de programación en disciplinas de ingeniería de software utilizando el Kit Educativo de Lego Mindstorms (Viegas y Villalba, 2017).

Los autores mencionan que la robótica educativa es un área multidisciplinar y sus principales fundamentos se deben anexar en el currículo escolar en los primeros 9 años de escolaridad,

ya que esto permite enseñar de manera práctica, despierta la curiosidad y promueve una metodología de construcción del conocimiento por parte de los educandos, teniendo en cuenta que los conocimientos adquiridos en este nivel de aprendizaje serán útiles para toda la vida y entorno social.

En resumen, esta investigación describe el proceso de implementación de un proyecto del uso educativo de la robótica en una escuela pública en Brasil. Las actividades de construcción de un dispositivo robótico que utiliza tecnologías digitales y a través de este los estudiantes han acumulado conocimientos sobre conceptos de espacio, tiempo, velocidad y distancia, simulando los movimientos de un automóvil. Es así como el estudio demuestra que la implementación y modificación del currículo a partir de los productos que se obtienen de los avances tecnológicos, como es el caso de la robótica, se logra innovar los procesos formativos, la motivación estudiantil, así como la vida social-cultural de los sujetos.

Sumado a ello, la investigación titulada “Diseño y desarrollo de un brazo robótico con interfaz en tiempo real utilizando el entorno de programación gráfico en LabVIEW para fines educativos”, desarrollada por Romero et al. (2013) en la Universidad Nacional de Colombia, con el propósito de adquirir habilidades y competencias, sobre estrategias de integración en ingeniería, para el manejo del lenguaje gráfico de programación, aplicado a la robótica educativa como modelo de aprendizaje, y cuyo objetivo fue implementar un diseño electrónico a bajo costo teniendo en cuenta el diseño mecánico del brazo robótico, con el fin de aplicar la metodología de aprendizaje basado en problemas mediante los componentes que integran: la educación, los laboratorios LabView (Herramienta o Entornos gráficos de lenguajes de programación de computadores) y la robótica.

El estudio planteó el uso de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para este caso de estudio, que consiste en la planificación de movimientos del brazo robótico de forma remota, con diseño de interfaz gráfica en modelo 3D, trabajado desde un curso de introducción a la robótica con 20 estudiantes de ingeniería de sistemas, (Romero, *et al.*, 2013), y otras ingenierías como de control, electrónica, telecomunicaciones y mecánica de la UNAL.

El estudio permitió validar el uso de la programación G en modelo 3D, y su implantación al entorno de programación LabView, el cual es propicio para estructurar problemas complejos; así mismo se comprobó el éxito de la integración de saberes desde la física, la mecánica, sensores, actuadores y protocolos de comunicación bajo un solo proyecto integrador, todo articulado desde los lenguajes de programación en las cinco carreras de ingeniería de la Universidad. De esta manera, se posiciona el uso del lenguaje de programación LabView en la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional (Romero, *et al.*, 2013).

En la divulgación investigativa sobre experiencias de aprendizaje con robótica, realizada por López y Andrade (2013), en la Universidad Industrial de Santander, cuyo objetivo consistió en contar con referentes que constituyeran el punto de partida para el diseño de una propuesta pedagógica y metodológica para el aprendizaje de la robótica y con robótica, en la educación básica secundaria y media.

Como conclusión, los autores expresan que los aspectos tecnológicos y pedagógicos permiten enriquecer las dinámicas escolares. Para el caso de la robótica, identifican que su implementación en los ambientes educativos soporta aspectos que van desde el seguimiento de instrucciones hasta la toma de

decisiones, a partir del conocimiento de los procesos científicos y tecnológicos que permiten el funcionamiento del artefacto construido.

Otro estudio, realizado en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por Barrera (2015), se fundamentó en la aplicación de la investigación acción en el aula, mediante el uso de la robótica educativa en tres instituciones educativas a nivel de preescolar y básica primaria en el departamento de Boyacá.

El estudio involucró a 69 estudiantes con los que se realizaron juegos con robots para desarrollar conceptualizaciones que les permitieran abordar problemas cotidianos en relación con el adecuado uso de las TIC. La investigación aborda la robótica educativa como parte de la ingeniería educativa vista como un andamiaje instrumental (Bruner, 1984), para abordar y materializar saberes a partir del construccionismo (Papert, 1995), en varias áreas de la educación básica y media.

La investigación enuncia que la intervención evidenció impacto en relación con la construcción de nuevas formas y maneras de involucrar la tecnología en el desarrollo de aprendizajes significativos; la utilización de la robótica como refuerzo de contenidos; el desarrollo de habilidades para la colaboración y cooperación y el diseño y preparación de ambientes lúdicos que conlleven al aprendizaje.

El trasegar teórico. El caso de la robótica educativa

El campo conceptual de la robótica educativa en la formación de formadores se sostiene en aspectos teóricos provenientes del área de las Tecnologías de la Información y la Comunicación

(TIC) como dominio disciplinar, y del área de la pedagogía como dominio interdisciplinar, escenario que resulta propio a las actividades académicas al interior de la Licenciatura en Informática y Tecnología (LIT). Una de estas actividades está asociada con la consolidación de semilleros de investigación, a partir de vivencias investigativas de los educandos que participan en estos claustros estudiantiles que se encuentran adscritos al Grupo de Investigación Ambientes Computacionales Educativos (GIACE). De esta manera, la investigación formativa se convierte en un pilar del grupo, en procura de contar a futuro con nuevos investigadores. Para dar inicio a este marco conceptual que consolida el trabajo que se adelanta en los semilleros, específicamente en lo que concierne a la robótica educativa, se abordará el tema asociado con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

La inclusión de las TIC en la vida personal, social, educativa y profesional de la sociedad ha hecho que en la actualidad el sujeto asuma que existen y que son una realidad en la interacción con el Otro, con la naturaleza y con los objetos. Autores como Gutiérrez, et al. (2016) afirman que las TIC son herramientas tecnológicas neutrales –su uso depende de la intencionalidad del sujeto–, lo que les otorga la posibilidad de convertirse en ayudas amplificadoras de propuestas pedagógicas. De modo que, cuando se intenta conceptualizar las TIC resulta un ejercicio complejo dadas sus dimensiones de tipo social, económicas y científicas, entre otras, junto con sus transformaciones, dependiendo del punto disciplinar e interdisciplinar desde donde se observen. Aun así, Cabero (citado por Belloch, 2012) expone:

En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios

básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo, de manera interactiva e interconexionadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas (Cabero, 1998. p. 198).

El anterior planteamiento de Cabero fue un concepto integral para la investigación, en el evento que permite entender las TIC como innovación tecnológica integrada por ciencias de la informática, la micro electrónica y las telecomunicaciones; así, esta fusión de avances científicos ha generado gran variedad de medios para la comunicación humana e incluyente, así algunos autores como Patiño-Cuervo y Caro (2017) mencionan, sobre la intervención de la tecnología como apoyo a la rehabilitación de personas con discapacidades múltiples que se les dificulta el aprendizaje, siendo la tecnología la mediación para coadyuvar a este tipo de discentes. Tecnología que, naturalmente, ha venido transformándose a la par de la evolución, cambios y nuevas innovaciones de las TIC; según Cabero (citado por Belloch, 2012) es la constante innovación de dichas ciencias para continuar generando metamorfosis en las formas como los discentes se comunican, aprenden, trabajan y se subjetivan en la sociedad.

En los últimos tres años se han planteado otras series de conceptos relacionados con las TIC, tales como TAC (tecnologías del aprendizaje y el conocimiento) y TEP (tecnologías para el empoderamiento y la participación) (Cabero, 2015), pero en el contexto educativo en el que se desarrolló el presente estudio se hizo referencia a las TIC, junto a su relación con planteamientos teóricos y procesos que afianzan la investigación de tipo formativa a emprender.

Siendo así, Cabero (2015) considera que “nos hemos preocupado demasiado en utilizar las TIC bajo la perspectiva centrada en el docente, cuando deberíamos tender hacia una incorporación en modelos centrados en el alumno y en la conectividad” (p. 21). Y ello, es una realidad en el sentido que, desde el auge de las TIC en la educación, ha sido el docente quien ha tratado de aprenderlas y utilizarlas en su práctica educativa centrada en su labor como educador y no en la del estudiante como aprendiz y futuro ciudadano de la era digital. Así las cosas, es posible afirmar que en ambientes controlados los estudiantes aprenden mejor por medio de las tecnologías multimedia (Caro y Monroy, 2008). En efecto, en este estudio se articularon ejes teóricos disciplinares y pedagógicos para que el estudiante fuese el centro del aprendizaje en función de sus saberes previos, intereses de conocimiento, auto-aprendizaje, trabajo colaborativo y generación social de conocimiento en interacción con otros.

En cuanto a la mediación en proceso formativo, la caracterización de la tendencia humanista como modelo pedagógico orientó las prácticas de fomento investigativo; es posible señalar que el trabajo académico e investigativo al interior de GIACE se realiza teniendo en cuenta los fundamentos del modelo pedagógico escuela activa cuyos principales referentes, según Ortiz (2013) son: Paulo Freyre, José A. Huergo y Enrique Pérez Luna. En este sentido, y en palabras de Ortiz (2013), con un enfoque humanístico desde los postulados de Hannah Arendt, Martha Nussbaum, Adela Cortina y Hugo Zemelman.

El modelo pedagógico *Escuela Activa* atiende a la pedagogía del ser, la cual en palabras de Ortiz (2013) “tiene como objetivo la felicidad del hombre, su educación para la vida plena, su integración armónica al contexto social desde una perspectiva personal y creadora” (p.80). Aun así, la pedagogía del ser no tiene

por qué negar el conocer; el conocimiento no se concibe como la adquisición de contenidos replicados generación tras generación; se concibe el conocimiento como una significación elaborada por los estudiantes mediante su interés de conocimientos y actividades específicas de investigación (Ortiz, 2013).

En este punto, la triada compuesta por un modelo pedagógico humanista, la investigación formativa y la apropiación de TIC (mediación de la robótica educativa en la formación de formadores en informática), constituyen un elemento integral en la formación de Licenciados en Informática y Tecnología. Lo cual fundamenta y orienta las prácticas de aprendizaje que surgen al interior de los investigadores GIACE, para materializar la creatividad y la generación de conocimiento en el campo de las TIC aplicadas en la educación.

De acuerdo con Ribeiro et al. (2011), la robótica desde una mirada pedagógica ha sido creada con el fin de que los educandos interactúen con un robot para favorecer los procesos cognitivos y solución de problemas, mediante la adquisición de habilidades generales y científicas, por medio del uso de un pensamiento estructurado lógico y formal. Lo anterior se logra al momento de tener que recurrir a robots adecuados en cada caso o situación a la que se enfrente el estudiante (Ribeiro et al., 2011), por ejemplo, el hecho de tener que medir la humedad de un cultivo en particular para tomar una decisión.

Los robots pedagógicos cuentan con una estructura especial que tiene su código al descubierto, con el objetivo de que los estudiantes puedan comprender la lógica y los pasos de programación de un objeto, desarrollando su creatividad y postura para la innovación. Según Ruiz-Velasco et al. (2006), la robótica pedagógica genera un acercamiento a la solución de

problemas que se originan en las distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales, etc. Se trata de crear las condiciones que permitan la generación de conocimientos y permitir su aplicación en diferentes campos del saber:

Uno de los principales objetivos de la robótica pedagógica, es la generación de entornos de aprendizaje heurístico, basado fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos podrán concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas y les facilitarán al mismo tiempo, ciertos aprendizajes. (Ruiz-Velasco et al., 2006, p.2).

Es así como la robótica pedagógica favorece en los estudiantes generar un aprendizaje significativo y fortalezcan el aprendizaje colaborativo. Según Ruiz-Velasco et al. (2006)

La robótica pedagógica privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado. La inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñen y se experimenten, un conjunto de situaciones didácticas constructivistas mismas que permitirán a los estudiantes construir su propio conocimiento. (p. 2).

En el mismo sentido, la robótica educativa se ha ido plasmando gradualmente en la formación del docente en sus distintos niveles; va incorporando esta temática acorde a las exigencias presentes en la sociedad del conocimiento, focalizándose su inserción en la educación y en el ámbito superior. En algunas oportunidades la robótica educativa puede constituir un fin o un objetivo a donde se quiere llegar. Este puede ser el caso de los estudiantes donde el objeto de estudio sea la robótica educativa con el propósito

de desarrollar diferentes habilidades, capacidades de trabajo técnico, psicomotriz, electrónico y demás. Es necesario resaltar que la robótica educativa está siendo acogida por diferentes instituciones escolares como base de competencias básicas, comunicativas y sociales que abarcan estudiantes aprendices hasta profesionales en el área.

Es tan amplio el espectro aplicativo de la robótica, que también se le puede considerar como eje transversal para el estudio de la electricidad, la electrónica y desarrollo de la programación. Por ende, la robótica se ha convertido en una herramienta tecnológica favorable para la reconstrucción de la práctica pedagógica tradicionalista, dando paso al constructivismo; así, la robótica en el ámbito educativo se ha desarrollado teniendo en cuenta los principios derivados de las teorías del desarrollo cognitivo de Jean Piaget, estudiada en su momento por el matemático y psicólogo Seymour Papert, quien desarrolló con base en el *constructivismo* una nueva corriente denominada *Construccionismo* (Miglino et al, 1999).

De esta manera, uno de los objetivos tecnológicos importantes de la robótica pedagógica es, mediante el uso del computador, la generación de entornos tecnológicos ricos, con diversidad de material, con el que se puede contar para la construcción y el desarrollo de proyectos. No obstante, los conocimientos previos juegan un papel fundamental en el momento que el estudiante requiere integrar distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas. De esta forma, se involucra un proceso de resolución de problemas con el fin de desarrollar en ellos un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal (Ruiz-Velasco, 2007).

Ahora, en lo que tiene que ver con en el proceso de construcción de un robot, es preciso contar con el conocimiento de diferentes áreas, por mencionar las más relevantes, electrónica y mecánica, pero también utilizar lenguajes de quinta generación como inteligencia artificial; finalmente, es pertinente contar con conocimientos en informática para lograr la construcción de un software en cualquier lenguaje de programación que va a ser el que permite controlar al robot (Ruiz-Velasco et al., 2010; Monsalves González, 2011).

En planteamientos de López y Andrade (2013), con la llegada de la tecnología a las aulas de clase, se evidenció el alto interés de los estudiantes hacia las diferentes áreas del conocimiento; en estos tiempos surge una nueva estrategia de enseñanza-aprendizaje, denominada como robótica educativa, ya que en los últimos tiempos ha tomado auge por la vinculación de otras áreas del conocimiento, convirtiéndose así en una herramienta facilitadora a la hora de plantear y proponer posibles soluciones a diversas problemáticas que se presentan a diario en diferentes ámbitos, como la medicina, en el hogar, empresas y precisamente en la educación, garantizando así una disminución de esfuerzo al momento de realizar cualquier tipo de tarea.

También se hace necesario mencionar acerca del diseño asistido por computador (CAD), software que permite diseñar y rediseñar objetos desde la mediación de las TIC. También es posible entenderlo como una aplicación de la informática en el proceso de diseño, para lo cual existen tipos de CAD y estos se deben ajustar a lo que el usuario desee crear, en relación con las funciones como: “definición interactiva del objeto, visualización múltiple, cálculo de propiedades, simulación, modificación del modelo, generación de planos y documentación y conexión con cámara” (Brunet, 1986).

Sumado a ello, los programas CAD tienen diferentes usos, los programas CAD 3D por ejemplo se utilizan para crear modelos tridimensionales de los diseños planteados por los usuarios; en la actualidad existen diversos programas para el modelado e impresión 3D. Mejía (2016) afirma que “los softwares más utilizados en la modelación 3D son el Blender 3D, CURA, Solid work, Autodesk” (p.33).

La robótica educativa se puede abordar como un ambiente propicio para estimular la creatividad, en el sentido que cuando se enfoca adecuadamente el uso de la creatividad en el aula, se hace referencia a que el estudiante tiende a tener mayores cualidades en cuanto a versatilidad, sin depender del entorno educativo en el que se encuentre; estas tecnologías amparan la creatividad ya que su uso requiere de una interacción continua con los docentes y estudiantes; esto permite que ellos aprendan más rápidamente a través de la curiosidad y el pensamiento crítico.

A lo largo del tiempo se ha venido investigando acerca de estas tecnologías que se implementan en el aula, dejando como objetivo principal la disponibilidad del ambiente para el desarrollo de asignaturas que lo requiera, ya que estas tecnologías dependen del uso educativo que se le dé, puesto que pueden ayudar a cualquier tipo de asignatura. El objetivo del docente no es orientar a todos sus educandos para ser científicos o ingenieros, sino brindarles la oportunidad de acceder al conocimiento, con el fin de identificar y reconocer los aportes que el saber les puede brindar en situaciones cotidianas.

En cuanto al enfoque práctico de la teoría de robots, Arnáez (2015) señala que la robótica es una tecnología que es diseñada, construida, operada y aplicada en diferentes campos, se puede decir que es una ciencia que mezcla la mecánica, la electrónica,

las computadoras, las matemáticas y la programación, entre otros; en la actualidad hay varios tipos de robots que cumplen con diversos propósitos como industriales, militares, domésticos y educativos. Para García (2015) un robot es una máquina diseñada para realizar una operación determinada, dotada de un sistema de percepción para recibir la información del estado del robot y del entorno, y de un programa que le indica cómo actuar en cada estado del robot y de su entorno, y de un sistema de acción dedicado a realizar la operación a la que ha sido destinado. Entre las características que Arnáez (2015) otorga a un robot se destacan las siguientes:

1. Es un manipulador reprogramable multifuncional: ya que debe manipular o mover objetos, debe ser reprogramable para realizar diversos movimientos y debe ser multifuncional para ejecutar varias aplicaciones.
2. Ejecuta acciones en forma automática: está compuesto de una estructura mecánica y de un sistema de control programable. (p. 8)

Por esto, se enfatiza que la demanda ha llevado a desarrollar sistemas autónomos que trabajen con gran precisión, como son los vehículos aéreos no tripulados (drones), así como sus versiones terrestres, marinas y submarinas. Esto invita a pensar en el desarrollo de estrategias educativas necesarias para fortalecer el aprendizaje en un ambiente práctico y autónomo. Gracias a esto se ven reflejados los robots en su concepto más práctico como sistema autónomo capaz de realizar diversas tareas y que cumpla un objetivo (Arnáez, 2015).

Por otro lado, sin perder la relación con la robótica educativa, según Travieso-Rodríguez et al. (2014) las impresoras 3D, el modelado 3D y el diseño 3D, han sido vistas como algo inaplicable

en la educación, pues los altos costos limitaban el proceso de producción sin ánimo de lucro. Debido a esto, las instituciones educativas escatimaban en recursos para inversiones de este tipo, pues había otras prioridades que generaban frutos. Con el avance de las necesidades de usuarios cada vez más exigentes, distintas compañías empezaron a producir prototipos de impresoras 3D mucho más económicos y asequibles; junto a ellas surge un amplio contenido por medio de estas mismas empresas y también por internet, donde se divulgan talleres que explican desde el modelado en papel, el diseño 3D por medio de diferentes programas de versiones libre y de pago, hasta los distintos materiales de impresión, lo que da cabida a que las instituciones de educación superior comiencen a invertir en las impresoras, ya que no se necesita de experticia para empezar a trabajar con ellas.

De esta forma, en relación a la robótica educativa, los robots y la impresión en 3D, se resalta la importancia de las tecnologías para la creatividad en el aula. Leliwa (2000) expone como las particularidades que surgen a través de la tecnología y su uso dentro del aula de clase es muy importantes, ya que es vital conocer todos los aspectos socio-tecnológicos que puedan aportar integridad dentro de los individuos afines a la tecnología. De igual manera, hace referencia a términos de interés para construir una perspectiva didáctica fundamentada en la creatividad en el aula. Lo que se convierte en un desarrollo que realiza la tecnología la búsqueda de estrategias didácticas innovadoras en el ámbito educativo.

Según Leliwa (2000), la creatividad está inmersa en cada sujeto y que cada uno lleva dentro de la cotidianidad, la autora desde sus investigaciones logró confirmar que las clases mejoran cuando el docente utilizar la creatividad en el aula, se consiguen mayores conocimientos y aprendizajes dentro de los discentes;

de igual manera se comprobó que mejoraron las estrategias para la solución de problemas y necesidades que se presentan en la práctica pedagógica y fueron múltiples las experiencias que se lograron gracias al uso de la tecnologías para fomentar la creatividad.

Así mismo, a medida que se va diversificando la inclusión de la robótica en el ámbito educativo, surgen plataformas apoyadas por robots (lego, fischertechnik, aplicaciones STEM), haciendo que la mediación con estudiantes sea más eficiente y complementaria; esto ha ocasionado que aumente el número de cursos en universidades y colegios sobre robótica, y es precisamente allí, en medio del furor de ésta tendencia, y a mediados de los noventa, cuando emerge el término de robótica educativa (Kumar, 2004).

Algunas empresas empiezan a atender este tipo de necesidad, como es la de incursionar en el mundo educativo la parte de la robótica; algunas marcas como Lego (Lego Mind Storms, Vex Robotics y los Ata Epe), apoyan una propuesta pedagógica para ciencia y tecnología, generando innovación desde la investigación.

Cuando se habla de aprendizaje de la robótica, se debe tener presente que forma parte del saber y el hacer sobre los robots, lo que conlleva al uso del conocimiento en diferentes áreas ya sea para el diseño, ensamble, construcción y el funcionamiento de robots con un fin específico; así mismo, la robótica está constituida por otros campos que van de la mano con la parte de la informática, tales como la electrónica, la electricidad, energía sensorica y mecánica.

Por otra parte, el aprendizaje sobre robots también se puede ver desde el diseño, la construcción y el control de un robot mientras se estudian algunos conceptos necesarios para lograrlo; para López y Andrade (2013), equipos interdisciplinarios desarrollaron diferentes tipos de proyectos en robótica:

En el periodo entre 1999 y 2004, en el laboratorio de sistemas robóticos de la Universidad de Santa Clara en Silicon Valley, Norte de California, equipos, para grupos de estudiantes conformados por jóvenes de diferentes niveles, programas y disciplinas académicas. Estas experiencias confirman que el aprendizaje de la robótica se desarrolla interdisciplinariamente y permite fomentar el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo mediante la integración de equipos que desarrollan un trabajo de diseño, construcción y prueba de sus robots. (López y Andrade, 2013, p. 49).

Aspectos metodológicos

El estudio se adelantó desde la perspectiva de la investigación aplicada, cuya finalidad es obtener un producto que se deriva de la implementación del conocimiento (Murillo, 2008, citado por Vargas, 2009). Asimismo, la UNAM (2014) se refiere a este tipo de investigación de la siguiente manera: “Busca la aplicación y consecuencias prácticas, sobre todo a nivel tecnológico de los conocimientos, llevar a la práctica los resultados de la investigación básica” (p. 17).

Para Padrón (2006) (citado por Vargas, 2009) la investigación aplicada hace referencia a dos clases de estudios científicos que tienen en común la solución a problemas cotidianos o situaciones prácticas.

- a. La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones. En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la propiamente científica.
- b. La que sólo considera los estudios que explotan teorías científicas previamente validadas, para la solución de problemas prácticos y el control de situaciones de la vida cotidiana. Vargas (2009, p. 159).

En el desarrollo de la investigación participaron 10 estudiantes de octavo semestre de la LIT, y 15 estudiantes de quinto grado de educación básica de una institución pública de la ciudad de Tunja; algunos estudiantes de la LIT son semilleros del Grupo de Investigación Ambientes Computacionales Educativos (GIACE) del programa Licenciatura en Informática y Tecnología (LIT), que hace parte de la Facultad en Ciencias de la Educación. El proceso fue orientado por cuatro docentes investigadores del grupo. Una vez se diseñaron e imprimieron las piezas en el laboratorio-taller de tecnología y electricidad de la LIT, mediante una estrategia pedagógica se utilizaron en una actividad con estudiantes de educación básica.

Esta investigación se desarrolló desde tres fases generales. La primera fase, un estudio teórico y de antecedentes, siguiendo el modelo para la revisión documental y el gestor de referencias. Esta revisión de antecedentes sirvió como instrumento para el modelo de indagación en bases de datos científicas y criterios para la valoración de pertinencia teórica y metodológica de investigaciones locales, nacionales e internacionales, y el uso de otras técnicas, instrumentos y recursos de indagación en

bases de datos digitales para consolidar referentes teóricos asociados a robótica educativa; con este proceso se consolidó un corpus del estado actual de los estudios realizados en instituciones educativas nacionales e internacionales, sobre la implementación de la robótica educativa como ambiente para el fomento de diversas áreas del conocimiento. Posteriormente, en una segunda fase, se realizó el diseño asistido por computador, para realizar la impresión en tercera dimensión en la fase tres.

El reconocimiento de saberes, mediante la identificación de conocimientos a construir y ejecución de actividades prácticas, propició la determinación de saberes previos asociados a los objetivos del estudio. Así, se delimitó una serie de componentes teóricos y prácticos que afianzaron el cumplimiento del objetivo general; luego se adelantaron actividades de indagación, cualificación, socialización y de tipo práctico, que posibilitaron encaminar una relación entre lo teórico y lo práctico para lograr la fabricación de objetos tridimensionales o piezas que componen el diseño de un prototipo de robot para educación.

Se utilizaron los recursos necesarios para implementar los modelos y poder construir los prototipos de piezas robóticas asociadas a la educación; para el diseño asistido por computador se utilizaron diseños tridimensionales en físico y un software especializado, y para los ensayos y pruebas con prototipos se utilizó otro tipo de software asistido por computador; se imprimieron las piezas robóticas en una impresora 3D con material especial para esta tecnología; estos objetos tridimensionales se destinaron a consolidar una estrategia pedagógica basada en pruebas de implementación con conocimientos asociados no solo a robótica educativa, sino también a dibujo técnico, diseño asistido por computador, cuyo propósito fue la implementación de talleres

(a manera de guías didácticas) para trabajar con estudiantes de educación básica, y poder validar la utilidad y recursividad de las piezas diseñadas en esta investigación.

Para la implementación de los talleres de robótica en la institución de educación básica de Tunja (con convenio vigente con la UPTC), se determinaron qué habilidades y competencias adelantarían los 15 estudiantes (total de estudiantes matriculados en grado quinto) que participaban en el trabajo, con lo que se logró que ellos desarrollaran su pensamiento crítico y constructivista, analizando las actitudes, los intereses y las motivaciones hacia el estudio de la robótica educativa. Este se llevó a cabo con el propósito de generar aprendizaje y apropiación de conceptos técnicos, lo mismo que la manipulación de las piezas tridimensionales impresas.

Durante dos semanas se realizaron cuatro sesiones, de dos horas cada una, en las que participaron 15 estudiantes organizados en seis grupos de dos estudiantes y uno de tres. Conformación realizada atendiendo el principio de equidad de género y disponibilidad horaria en la institución, la cual facilitó sin reparo algunos recursos del colegio.

Al finalizar la segunda sesión del taller, cada grupo de estudiantes diligenció una encuesta con el fin de conocer el grado interés y motivación, después de experimentar con las piezas robóticas, donde se indagaba por sus vicisitudes, el grado de aceptación e intereses presentados sobre las experiencias y comentarios en general, sobre el desarrollo del taller.

Asimismo, se aplicó una encuesta a estudiantes de octavo semestre de la LIT, después de la experiencia de haber analizado, diseñado e impreso las piezas robóticas, para conocer el grado de interés y la importancia que le dieron al proceso de impresión en 3D.

De los resultados

Como método de implementación del modelado 3D en el aula, y aprovechando que la LIT cuenta con talleres de tecnología y electricidad, se utilizaron dos programas básicos que no necesitan experticia para su utilización. *Blokify* y *Pottery*, programas disponibles para *Ipad* que pueden utilizar tanto niños como adultos para modelado 3D, que permitió exportar en formato STL para su posterior impresión (Saorin et al., 2015). *Blokify* consiste en el diseño de figuras tridimensionales por medio de fichas similares a las de *Lego* donde se implementa la gamificación en el aula, ya que el estudiante aprende jugando; *Pottery* es un software que simula una pieza de barro que gira y simultáneamente va siendo moldeada por el usuario; el producto final se puede decorar y exportar en STL (Saorin et al., 2015), para la impresión por medio del software *Repetier*, que muestra estadísticas de tiempo de impresión y material utilizado, o por medio de la impresora interfaz implícita en el panel de la impresora.

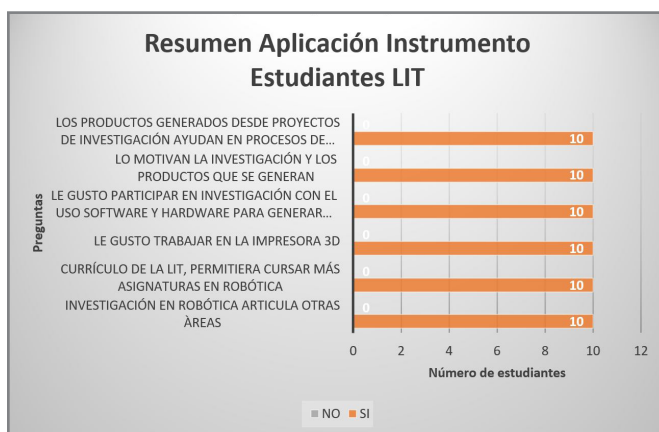
En cuanto a la descripción de elementos conceptuales que convergen en un proceso de investigación formativa en estudiantes de Licenciatura en Informática y Tecnología, asociado a la robótica educativa, la creatividad y fabricación de objetos tridimensionales, se logró consolidar un estado del arte y un marco teórico, los cuales sirven de base para este capítulo de libro.

Se consolidó el análisis y diseño de objetos tridimensionales desde la puesta en escena de conocimientos teóricos y prácticos, de diseño en 3D, logrando consolidar diseños gráficos digitales de piezas conectables en físico, y la generación de piezas tridimensionales que componen un prototipo de robot para educación, vinculando en el proceso estudiantes de octavo semestre de la LIT, como parte del quehacer docente e investigativo.

Al indagar con los diez estudiantes de la Licenciatura en Informática y Tecnología que participaron en el estudio (figura 1), sobre su percepción en torno a las actividades realizadas, se evidenció que el 100% de los estudiantes del programa de Informática y Tecnología, además de manifestar su agrado por involucrarlos en este tipo de investigación formativa, pudieron determinar la articulación del seminario de investigación con áreas educativas como la pedagogía, la didáctica, y la misma tecnología e informática desde la robótica, manifestaron su motivación por ver productos reales (en el caso de los diseños, piezas impresas en 3D y los prototipos) generados desde la investigación, que ayudan en procesos de enseñanza y aprendizaje en los niveles de la básica primaria. De igual forma, expresaron que les gustaría que el currículo de la LIT incluyera más asignaturas relacionadas con robótica educativa, pues manifestaron que el plan de estudios solo cuenta con un espacio académico que involucra en parte la temática.

Figura 4.

Apreciación de estudiantes de informática y tecnología

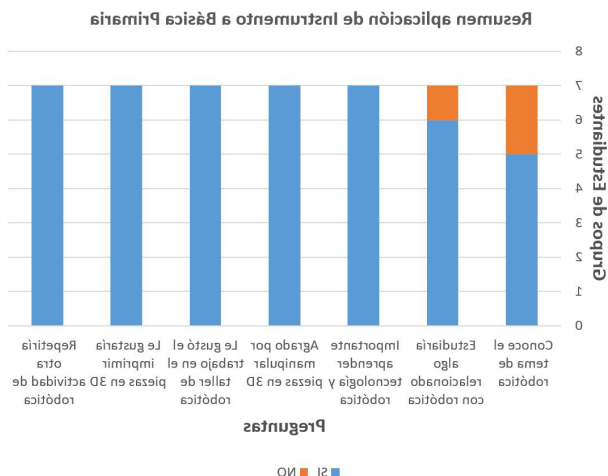


Nota. Elaboración propia a partir de las percepciones estudiantiles recolectadas.

Al encuestar a los y las estudiantes de básica primaria de la institución educativa pública de Tunja (figura 2), el 100% de los discentes, distribuidos en los siete grupos (seis conformado por dos personas cada uno y un grupo de tres personas), que participaron en la estrategia pedagógica diseñada a partir un taller (guía didáctica) para el fomento de la creatividad con la utilización y manipulación de las piezas, les agradó manipular las piezas tridimensionales de robótica educativa y le gustó la actividad y el trabajo desarrollado en las dos sesiones de 4 horas de clase; pero además manifiestan estudiarían una carrera que tenga que ver con tecnología y/o robótica educativa. Sin embargo, el 33% de los estudiantes manifestó el desconocimiento sobre la temática, seguramente por la brecha económica que le imposibilita tener derecho a un acceso igualitario a la tecnología.

Figura 2.

Apreciación de estudiantes de educación básica primaria por grupos de trabajo



Nota. Elaboración propia a partir de las percepciones estudiantiles recolectadas.

Conclusiones

En la investigación se evidenció que los estudiantes, por naturaleza, tienen un gran interés por la búsqueda de soluciones a problemas cotidianos o del diario vivir, pero con una marcada curiosidad por la interacción con innovaciones o dispositivos tecnológicos y, en general, con todo lo que tiene que ver con tecnología, sin importar si son estudiantes con formación universitaria o estudiantes de básica primaria. De esta manera, se puede inferir que el estudiantado cuenta con un marcado interés por realizar acciones enmarcadas en el pensamiento tecnológico.

El estudio permitió demostrar que aquellos estudiantes que tienen poca accesibilidad a la tecnología ven en este tipo de estrategias pedagógicas la gran oportunidad de manifestar su motivación e interés por participar y ser protagonistas dinámicos ya que, como lo manifestaron, no sabían que una impresora en el contexto de una universidad de su localidad, podía generar este tipo de piezas tridimensionales; evidencian una empatía hacia el pensamiento computacional.

Se pudo comprobar que el estudio aplicado fue pertinente para cumplir con los objetivos de este, porque articuló la investigación con la innovación técnica que ofreció la robótica educativa y el conocimiento científico que se rastreó durante la pesquisa que realizaron los investigadores GIACE, para poder generar un producto tangible como lo fue la fabricación de piezas tridimensionales asociados a robótica educativa, donde ellos pudieron demostrar la capacidad en el razonamiento lógico.

Los estudiantes de la LIT no solo vieron una posibilidad de llevar a la práctica lo que han venido consolidando en conocimientos teóricos y su contraste con la realidad, en el diseño y la

generación de innovaciones desde la tecnología, sino también su articulación con las ciencias de la educación, para generar estrategias didácticas útiles para realizar la práctica educativa, desde procesos investigativos con métodos como la investigación aplicada a la solución de problemas relacionados con las brechas tanto generacionales, como sociales y económicas; en los estudiantes de la licenciatura en informática y tecnología se evidencio el sentido que le dan a la articulación entre pedagogía y tecnología.

Referencias

- Arnáez, E. (2015). *Enfoque Práctico de la Teoría de Robots*. ECOE Ediciones.
- Barrera, 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>
- Belloch, C. (2012) Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje. Material docente [on-line]. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>
- Bruner, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Editorial Alianza.
- Brunet, P. (1986). *Diseño gráfico y modelado geométrico*. Marcombo.
- Cabero, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Tecnología, Ciencia y Educación*, (1), 19-27. <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/27>

- Caro, E., y Monroy, M. (2008). Relación de los ambientes hipertextuales del aprendizaje gráfico y sonoro, con los estilos de aprendizaje verbal y visual. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 5(2), 93-98. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/10028>
- Díaz, J., Queiruga, C., Tzancoff, B., Fava, L., y Harari, V. (2015, junio 17-19). *Robótica Educativa y Videojuegos en el Aula de la Escuela* [Memorias de evento]. 10ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información, CISTI'2015, España.
- Expansión, Economía Digital (2015). La robótica educativa se cuela en las aulas de Primaria. *Expansión, Economía Digital*. <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2015/10/22/5629050646163f01268b4624.html>
- García, J. (2015). Robótica educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de educación a distancia*, 46(8), 1-11. <https://doi.org/10.6018/red/46/8>
- Guimarães, C., Rubio-Tamayo, J., Bayan Henriques, R., y Passerino, L. (2018). Desarrollo de un modelo de robot aplicado a la educación y simulación en entornos virtuales con ros: Especificaciones del modelo robot unicycle edubot-v4. *Revista RETOS XXI*, 2(1), 74-87. <https://doi.org/10.33412/retoxxi.v2.1.2066>
- Gutiérrez-Giraldo, M., Agudelo-Cely, N., y Caro, E. (2016). La etnografía educativa virtual y la formación de docentes. *Praxis & Saber*, 7(15), 41-62. <http://dx.doi.org/10.19053/22160159.v7.n15.2016.5722>
- Kumar, D. (2004). Introduction to Special Issue on Robotics in Undergraduate Education. *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, 4(2). <https://doi.org/10.1145/1071620.1071621>

- Leliwa, S. (2000). *Tecnología. Apuntes para pensar su enseñanza y su aprendizaje*. Brujas.
- López, P. A., y Andrade, H. (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44028564003.pdf>
- Mejía, H. J. (2016). Ventajas y desventajas de las impresoras 3d. *Revista Tecnológica*. 12(18), 30-34. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v12n18/v12n18_a06.pdf
- Miglino, O., Lund, H., y Cardaci, M. (1999). La robótica como herramienta para la educación. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(1), 25-47.
- Monsalves González, 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>
- Ortiz, A. (2013). *Modelos Pedagógicos y Teorías de Aprendizaje*. Ediciones de la U.
- Papert, S. (1995). *La máquina de los niños: Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Editorial Paidós.
- Patiño-Cuervo, O. Caro, E. (2017). Tecnología aplicada a un caso particular de discapacidad múltiple. *Revista Investigación Desarrollo e Innovación*, 8(1), 121-133. <http://dx.doi.org/10.19053/20278306.v8.n1.2017.7373>
- Pittí, K., Curto, B., Moreno, V., y Rodríguez, M. (2014). Uso de la Robótica como herramienta de aprendizaje en Iberoamérica y España. *VAEP-RITA*, 2(1). 41-48. <http://rita.det.uvigo.es/VAEPRITA/201403/uploads/VAEP-RITA.2014.V2.N1.A8.pdf>

- Ribeiro, C., Coutinho, C., y Costa, M. F. (2011, junio 15-18). *A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico* [Memorias de evento]. 6ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información, CISTI 2011, España.
- Romero, A., Marín, A., y Jiménez, J. (2013). *Modelo de Aprendizaje basado en Robótica Educativa en Lenguaje de Programación Gráfico* [Memorias de evento]. Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo, Colombia.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Editorial Díaz de Santos.
- Ruiz-Velasco, E., Beauchemin, M., Freyre, A., Martínez, P., García, J., Rosas, L., Koyama, Y., y Velázquez, M. (2006, junio 20-23). *Robótica pedagógica: desarrollo de entornos de aprendizaje con tecnología* [Memoria de evento]. Virtual Educa, España.
- Ruiz-Velasco, E., García, J., y Rosas, L. (2010). *Robótica pedagógica virtual para la inteligencia colectiva*. Repositorio Digital de la Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositoral.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/1351>
- Saorin, J., Meier, C., de la Torre-Cantero, J., Melian-Diaz, D., y Rivero-Trujillo, D. (2015). Juegos en tabletas digitales como introducción al modelado y la impresión 3D. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(2), 129-140. <https://doi.org/10.14201/eks2015162129140>
- Thiollent, M. (2005). Perspectivas da metodologia de pesquisa participativa e de pesquisa-ação na elaboração de projetos sociais e solidários. *Tecnologia e desenvolvimento social e solidário*. En: S. Lianza y F. Addor. (Orgs.) *Tecnologia e desenvolvimento social e solidário* (pp. 172-189). Editora UFGRS.

- Travieso-Rodríguez, J.A., Jerez-Mesa, R., Gómez-Gras, G. (2014). *Impresión 3D: del laboratorio a casa. Programa de divulgación científico-tecnológica sobre la tecnología de impresión 3D*. UPC Commons Global: access to UPC knowledge. <http://shorturl.at/dDNQo>
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155-165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Viegas, J., y Villalba, K. (2017). Educación y robótica educativa. *RED Revista de Educación a Distancia*, (54), 1-13. <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/11>