

Aprendizaje Basado en Proyectos y Sistemas Robóticos Autómatas para la Enseñanza y el Aprendizaje de Habilidades Stem de Forma Lúdica en Jóvenes de Segunda Enseñanza

Learning Based on Projects and Automated Robotics Systems for the Teaching and Learning of Stem Skills in a Ludic Way

Denis González Herrera

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

La investigación se orienta en la temática de la robótica educativa como medio para el desarrollo de fundamentos lógico-matemáticos, el pensamiento abstracto y computacional en ambientes cooperativos. Tiene como objetivo principal: evaluar el impacto de un marco de trabajo basado en tecnologías de hardware y software, que permita la invención y la programación de sistemas robóticos autómatas que puedan ser empleados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de forma lúdica; para el fortalecimiento de habilidades y destrezas en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y que pueda servir como un apoyo a las estrategias de enseñanzas tradicionales. Desde un enfoque cualitativo, se busca analizar el contexto particular con sus actores y características, con el fin de conocer las necesidades. A nivel metodológico se desarrollará la fase 1: el análisis y el diagnóstico, para identificar las actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje que pueden ser automatizadas y programadas dentro del marco de trabajo para propiciar el aprendizaje cooperativo. En la fase 2, se diseñará el ambiente que incorpore las potencialidades y necesidades encontradas. Durante la fase 3, se pretende ejecutar dicho marco de trabajo dentro del contexto seleccionado. Finalmente, en la fase 4, se valorará la contribución como plataforma de mediación en la formación de habilidades STEM.

Descriptor: Robótica; Educación STEM; Pensamiento; Mediación; Desarrollo de las habilidades.

The research focuses on the topic of educational robotics as a means for the development of logical-mathematical basis, abstract and computational thinking in cooperative environments. Its main objective is: to evaluate the impact of a framework based on hardware and software technologies, which allows the invention and programming of robotic automaton systems that can be used in the teaching and learning processes in a ludic way; for the strengthening of skills and abilities in science, technology, engineering and mathematics (STEM) and that can serve as support for traditional teaching strategies. From a qualitative approach, we seek to analyze the context with its actors and characteristics, in order to know the needs. At the methodological level, phase 1 will be developed: analysis and diagnosis, to identify the activities of the teaching and learning process that can be automated and programmed within the framework of work to foster cooperative learning. In phase 2, the environment that incorporates the potentialities and needs encountered will be designed. During phase 3, it is intended to execute said framework within the selected context. Finally, in phase 4, the contribution will be assessed as a mediation platform in the formation of STEM skills.

Keywords: Robotics; STEM education; Thought; Mediation; Development of skills.

Contexto

A nivel internacional Artur Fischer en 1964, creó bloques de plástico interconectables por sus seis caras lo que permite una sujeción estable entre las piezas. Los juegos de construcción destacan por permitir reproducir a escala, sistemas reales mecánicos, de estática, neumáticos, eléctricos y alimentados por energías renovables. (Fischertechnik, 2017).

Durante los años ochenta, Mitchel Resnick y Steve Ocko a través del Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab desarrollan un ordenador programable en forma de ladrillo compatible con el estándar LEGO. Capaz de interactuar con el mundo físico y que permitía diseñar invenciones autónomas y crear experimentos científicos gracias a la interconexión de motores, luces y sensores, (Resnick, Martin, Sargent, y Silverman, 1996).

Sobre la misma línea, este ladrillo programable permite descargar en su interior programas realizados en computadores de escritorio gracias a su propia herramienta de programación mediante iconos, que permitía crear robots con autonomía y con cierto grado de inteligencia. Esta herramienta contaba con modos diferentes de programación adaptados al nivel de aprendizaje de los estudiantes (Resnick et al., 1996).

Lego Company en el 2006, comercializa un robot programable llamado Mindstorms NXT, además de contar con diferentes sensores y motores, se proporciona el entorno de programación visual basado en Lab VIEW de National Instruments. El cual permite el desarrollo de programas para controlar robots o mecanismos autónomos por parte de personas principiantes únicamente con el modelo de arrastrar y soltar iconos (Kim y Jeon, 2007).

Scratch aparece en el 2007, como un entorno de programación visual desarrollado por el Media Lab del MIT dirigido por Mitchel Resnick, basado en bloques, los cuales son arrastrados y soltados como piezas de rompecabeza, los cuales permiten eliminar los errores de sintaxis presentes en los lenguajes de programación textuales, esto permite al usuario enfocarse en la lógica de la solución y crear programas de forma rápida y con relativa facilidad (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, y Eastmond, 2010).

También en el año 2007, se habla del software de código abierto miniBloq, es una herramienta gráfica para la programación de plataformas electrónicas: Arduino, Múltiplo y otras. Este software tiene la particularidad que permite visualizar en tiempo real los posibles errores de código e interactuar entre programación gráfica o textual, y viceversa (Tomoyose, 2014).

En año 2013, aparece en el mercado el kit de robótica educativa EV3 de LEGO Mindstorms. El cuál es la última entrega de la empresa LEGO, presenta las cualidades de las versiones anteriores ofreciendo una interfaz de programación fácil, intuitiva y visual con la versatilidad del entorno modular de LEGO (LEGO, 2013; Rollins, 2014).

Open Roberta es un concepto de formación para niños y jóvenes con la intención de acercarlos en áreas de las matemáticas, la informática, la ciencia y la tecnología; se engloba como un proyecto educativo dentro de la iniciativa de la educación Alemana: "Roberta - Aprender con Robots". Su objetivo es motivar a las niñas y los niños a tener un interés sostenido a largo plazo en Tecnología de la información y las ciencias. El proyecto está vigente desde el año 2002 a la fecha. La iniciativa trata de enseñar a los participante sobre temas de tecnologías mediante el uso de robots como por ejemplo: Lego Mindstorms, Arduino, Micro: bits, Calliope, NAO y Bot'n Roll (Jost, Ketterl, Budde, y Leimbach, 2014).

Otro kit de construcción con piezas armables semejantes a las piezas de LEGO es Makeblock, el cual se basa en estructuras modulares de aluminio y componentes open hardware basados en el microcontrolador open source Arduino. Estas características le permiten ser muy flexible y versátil, lo que facilita la creación de prototipos electrónicos como por ejemplo vehículos, robots, impresoras 3d, entre otros. Las invenciones realizadas con Makeblock pueden ser programadas mediante diferentes entornos web de programación visual como Scratch, Bitbloq y Mblock (<https://makeblock.es/>).

En el año 2016, surge la plataforma móvil llamada Robobo, este proyecto mezcla las características open hardware, la potencia de los teléfonos inteligentes, un enfoque educativo y el potencial de la robótica. La difusión y la penetración de los teléfonos inteligentes en la sociedad actual es una cualidad que permitiría utilizarlos como parte de los kit de robótica y reducir los costos de adquisición de estos kits. También se puede mencionar que la capacidad de procesamiento y la cantidad de sensores disponibles en los dispositivos móviles actuales es mucho mayor que cualquiera de los kits de robótica antes mencionados.

En relación a las herramientas antes expuestas, la mayor parte de los dispositivos de robótica educativa y de los entornos de programación son de carácter comercial y tienen un costo monetario alto que dificulta la adquisición por parte de los centros educativos. De igual forma, ninguno de los entornos de desarrollo anteriores contempla colaboración como parte integral del proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, la mayoría de las herramientas con un amplio rango de difusión como LEGO nxt y ev3 no utilizan lenguajes de programación de carácter profesional como parte de sus entornos, si bien los lenguajes visuales como Scratch, Blockly y Lab View entre otros, facilitan la inicialización de conceptos básicos de programación. Sin embargo, ninguno permite desarrollar habilidades y destrezas propias de paradigmas profesionales de programación como la orientación a objetos.

A nivel nacional en el año 1988, la Fundación Omar Dengo (FOD) y el Ministerio de Educación Pública (MEP) iniciaron en Costa Rica el Programa de Informática Educativa, algunos de sus objetivos orientadores fueron:

- Propiciar un clima de aprendizaje que ayudarán al crecimiento del pensamiento lógico-matemático, a desarrollar habilidades para la resolución de problemas, la creatividad y actitudes para las ciencias y la tecnología.
- Acercar a la población costarricense a la informática y minimizar la brecha tecnológica y favorecer el acceso a la ciencia y a la tecnología

La iniciativa logró colocar en el ámbito educativo nacional equipos de cómputos, laboratorios y se inicia en los centros educativos con la enseñanza del lenguaje integrado de micromundos como herramienta principal para lograr dichos objetivos (Zúñiga, 2003).

A partir de 1998, la Fundación Omar Dengo en conjunto con el MEP y el Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD) inició con proyectos relacionados con la robótica educativa, en busca de estimular las capacidades creativas, fluidez en tecnología, trabajo en equipo y la resolución de problemas. (Acuña 2012; Zúñiga, 2006).

Es importante destacar que en el país se realizan actividades periódicas promovidas por Universidades Públicas y entidades privadas con el objetivo de incentivar el estudio por la ciencia y la tecnología, entre las que se puede mencionar la Olimpiada Nacionales de Robótica realizadas en Costa Rica desde el 2010 a la fecha y el concurso nacional de robótica de tecnología abierta de la UCR "Robotifest" (Jiménez y Cerdas, 2014).

Mediante la búsqueda de antecedentes realizada, no fue posible encontrar un marco de trabajo que permita la interacción física o remota de kit de robótica educativa accesible para la mayoría de centros educativos, que permitan funcionar de mediación entre el profesorado y el estudiantado para alcanzar objetivos pedagógicos orientados a la obtención de habilidades STEM de la mano con los programas y contenidos educativos del MEP.

Motivación de la investigación

La tecnología controla cada vez más nuestras actividades diarias sin importar si somos migrantes en la tecnología o nativos digitales. Esta presencia en los avances de la ciencia, requiere que las actuales generaciones y principalmente las nuevas desarrollen habilidades, lenguajes y una forma de pensamiento computacional, una nueva manera de leer al mundo.

Jeannette Wing define que, “el pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática” (Wing, 2008). Por lo cual se dice que este tipo de razonamiento es un tipo de pensamiento analítico, que comparte características propias del pensamiento matemático, de ingeniería y del pensamiento científico.

El pensamiento computacional tiene una gran influencia en la sociedad, y por esta razón se plantean nuevos retos educativos. Esta forma de concebir el mundo actual, nos ayuda a estar en sintonía con la ciencia, la tecnología y la sociedad; esta nueva competencia representa un ingrediente esencial para el aprendizaje de habilidades STEM (Wing, 2006).

La robótica educativa tiene un amplio potencial como herramienta educativa, principalmente en la enseñanza y aprendizaje de diversas materias relacionadas con la tecnología, y la ciencia, su aplicación es ilimitado. Estas razones hacen que la robótica sea especialmente efectiva en el nivel introductorio de la ingeniería; además la incorporación de actividades que promueven estas habilidades podría ayudar a desarrollar el pensamiento lógico-matemático, la abstracción y el pensar de una forma sistemática (Papert, 1980).

A nivel internacional se ha utilizado la robótica, la programación y el aprendizaje basado en proyectos para potenciar las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, las cuales se muestran como áreas claves en el desarrollo tecnológico y educativo de los países (Caron, 2010; Colelli, 2009). Este tipo de actividades promueven la participación de los estudiantes y se ha evidenciado que quienes culmina este tipo de programas continúan con carreras relacionada a ingeniería (Caron, 2010). En dichos estudio se enfatiza, la característica cambiante de la tecnología y la importancia de contar con profesores capaces de adaptarse a ella.

En el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015 - 2021, “se reconoce la necesidad de aplicar la ciencia y la tecnología para resolver los retos más apremiantes de la sociedad costarricense tendiente a fortalecer la Innovación Social” (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2015).

En la misma línea uno de los retos indicados en el documento “Ruta 2021: conocimiento e innovación para la competitividad, prosperidad y bienestar”, tiene como aspecto principal “el fortalecimiento de las capacidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática por su importancia estratégica” (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2015).

En referencia a la formación profesional de los docentes se requiere de sistemas de capacitación en aspectos tanto, pedagógicos como de contenidos científicos y tecnológicos. Donde se realice la acreditación de estos conocimientos, además se deben complementar dichas habilidades con

recursos que se puedan usar y aplicar; y que faciliten el seguimiento del trabajo académico realizado en contraste con sus logros.

En Costa Rica, se ha investigado sobre la adquisición de habilidades relacionadas en el diseño tecnológico, la programación, la resolución de problema y la electrónica con resultados positivos, los datos indican que “insertar la robótica como recurso tecnológico de apoyo a los procesos de pensamiento y creación de niños y jóvenes puede ser una alternativa para renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se apoyan en las tecnologías digitales” (Zúñiga, 2006).

En la investigación realizada por (Castro y Zúñiga, 2012) se afirma que, en los procesos de aprendizaje mediados por la robótica educativa se logra que los participantes comprendan y apliquen principios fundamentales de robótica, diseño de proyectos, programación y control de prototipos robóticos de invención propia. Los autores declaran que estas acciones acercan a los participantes al mundo tecnológico, al ampliar sus horizontes no solo en conocimientos técnicos sino también sociales como el trabajo en equipo y habilidades de comunicación. Este tipo de iniciativas permite disminuir la brecha digital y ayudan a desarrollar intereses que se materialicen en proyectos a largo plazo para una mejor calidad de vida personal y profesional.

Estado de la cuestión

Robótica educativa

Es una herramienta ideal para desarrollar habilidades creativas, de innovación, digitales y sociales. Puede ser utilizada como medio para generar cambios positivos en las ideas, actitudes y pensamientos en estudiantes y docentes. Además les permite interactuar con el mundo que les rodea a través de sus creaciones. Para (Acuña-Zúñiga, 2006) lo exponen como un “contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer y aprender sobre la robótica” (p.2). Este tipo de ambiente involucra al estudiantado en el diseño y construcción de invenciones personales que en un primer momento son mentales y posteriormente físicas.

También puede ser definida como “una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología” (Ruiz-Velasco, 2007, 113). Se evidencia que la robótica educativa ofrece un campo muy amplio para la investigación pedagógica. El cual puede ser aprovechado con el fin de mejorar la práctica docente y como medio para desarrollar conocimiento teórico-práctico sobre la tecnología y su impacto (Pittí, Curto y Moreno, 2010).

Pensamiento computacional

Para Wing, “el pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática” (Wing, 2006, 2008). El autor argumenta que este tipo de pensamiento es una habilidad fundamental para la vida.

Por otro lado, para (Henderson, Cortina, Hazzan, y Wing, 2007), los principios fundamentales del pensamiento computacional son: la abstracción, análisis lógico, pensamiento algorítmico, eficiencia e innovación. Sobre la misma línea (Espino, Soledad, y González, 2015) indican entre sus características:

“permite la formulación y resolución de problemas a través de herramientas tecnológicas, favorece la organización, el análisis de la información de forma lógica, la representación de la información a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones, la automatización de soluciones haciendo uso del pensamiento algorítmico la identificación, análisis e

implementación de posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más efectiva y eficiente de pasos y recursos” (p.3).

El pensamiento computacional requiere una serie de competencias que son utilizadas para resolver todo tipo de problemas apoyados en las tecnologías computacionales.

Aprendizaje colaborativo

Se define que el trabajo colaborativo, ocurre cuando un grupo pequeño de individuos trabajan en conjunto con la intención de lograr metas u objetivos similares. Una aproximación a la idea del aprendizaje colaborativo expresa que: “La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes. En una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para todos los demás miembros del grupo”, (Johnson, Johnson, Holubec, 1999, p.5).

Es muy común confundir los conceptos colaborativo y cooperativo, para efectos del trabajo, los términos son semejantes. Ya que la base del trabajo colaborativo es la cooperación entre individuos. Cooperar está más enfocado al producto, a obtener un objetivo compartido. Mientras de colaborar se concentra en el proceso, con la forma de trabaja.

Johnson, et al., (1999) presenta 5 componentes esenciales del aprendizaje colaborativo, los cuales son: la interdependencia positiva, interacción cara a cara estimuladora, responsabilidad individual, técnicas interpersonales y de equipo y finalmente, la evaluación grupal.

Por otro lado, el aprendizaje colaborativo comprende tres tipos de grupos de aprendizaje: los grupos formales de aprendizaje colaborativo, los informales y los grupos de base. Este tipo de aprendizaje colaborativo se mantiene sobre las teorías cognoscitivas y constructivistas. Razón por la cual se considera importante indagar sobre el trabajo de autores destacado como lo son: Jean Piaget y Lev Vygotsky.

Teoría Psicogenética de Piaget

Para Piaget, el crecimiento mental del niño y del adolescente consiste en una evolución continua en busca de un equilibrio final y con cada ajuste o incorporación se vuelve más equilibrada. Desde esta óptica, el desarrollo es un equilibrio progresivo: mental, emocional, física, sentimental y social, pasando de un estado menos equilibrado a uno superior, a una estabilidad perpetua y gradual. Según (Piaget, 1985) “las funciones superiores de la inteligencia y de la afectividad tienden hacia un ‘equilibrio móvil’, tanto más estable, cuanto más móvil es, más sano es...” (p. 12). De esta manera Piaget describe la evolución del niño y del adolescente en términos de equilibrio. De tal manera que se muestra una vista de construcción mental desde la cual, se deben emplear estrategias educativas que motiven y que estén en función del crecimiento cognitivo del niño (Piaget, 1985).

Teoría Sociocultural de Vygotsky

Por otra parte, Vygotsky argumenta que los procesos psicológicos no están establecidos en forma de estados o etapas y que más bien es un desarrollo continuo. Expresa que el lenguaje es el medio para plantear y resolver los problemas como la base del pensamiento (Vygotsky, Leontiev y Luria, 2011). Vygotsky realiza una clasificación de procesos psicológicos donde se expresa que el desarrollo intelectual no se puede comprender de forma independiente del medio social que rodea al individuo. Estos procesos son los psicológicos elementales o natural y los psicológicos superiores o cultural (Vygotsky et al., 2011).

Para finalizar, existen dos tipos de funciones mentales (Vygotsky et al., 2011), las inferiores las cuales son funciones naturales y se encuentran establecidas por la naturaleza y las superiores que son funciones mentales que son adquiridas o desarrolladas por medio de la interacción con la sociedad. Por lo tanto, el individuo se relaciona con su ambiente de forma directa e indirecta a través de su interacción con los demás y también mediante su interacción con los demás (Vigotsky et al., 2011).

Definición del problema de investigación

Entre mayor sea el contacto y mayor sean los períodos de tiempo con los cuales los jóvenes estudiantes cuenten para comprender y aplicar los conocimientos relacionados con las nuevas tecnologías, como la programación y la robótica, más rápido desarrollaran competencias para crear e innovar en soluciones a problemas actuales, que le ayuden a tener un mejor futuro académico o profesional. Le permitirán comprender conceptos fundamentales en áreas básicas como matemáticas de forma significativa con el contexto, les ayudarán a apropiarse de la tecnología.

La demanda a nivel mundial de personas con conocimientos y habilidades en STEM va en aumento sin mencionar que en la actualidad hay una escasez por este tipo de profesionales calificados. Es importante realizar esfuerzos y avances para democratizar el acceso a las nuevas tecnologías e incorporarlas como parte esencial en los procesos de enseñanza y aprendizaje del sistema educativo.

“Las capacidades tecnológicas e innovadoras de un país contribuyen a resolver desafíos sociales, económicos y ambientales. La aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en áreas como educación, salud y gobernabilidad ha demostrado su utilidad para fortalecer la inclusión social” (Programa Estado de la Nación, 2014, pág. 37)

Los diferentes indicadores en educación enfatizan la necesidad de despertar y mantener de manera sostenida el interés en los estudiantes por la tecnología de manera que pueda llegar hasta niveles universitarios. Se evidencia una necesidad por propiciar una motivación hacia las ciencias y la tecnología, un acercamiento por medio de un ambiente atrayente que permita la aplicación de la ciencia, la matemática y la computación. Una forma de lograr esta meta está en la enseñanza de herramientas como la programación y la robótica de forma significativa, lúdica y con relación directa con el contexto. También se destaca que, según diversas pruebas nacionales e internacionales como las realizadas en el 2012 por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), persiste un bajo desempeño en la población estudiantil costarricense, las cuales indican las dificultades de los jóvenes para analizar, razonar y comunicarse con solvencia cuando plantean, interpretan y resuelven problemas en situaciones de la vida real (Campos y Bonilla, 2015, p.83).

Por otra parte el informe del Programa Estado de la Nación indica que: “La situación de mercado laboral en ciencia y tecnología está lejos del nivel deseado para un país que aspira a tener una economía impulsada por procesos productivos sofisticados y de alto contenido tecnológico”. (Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2014, p.279).

Algunos impedimentos que dificultan desarrollar las habilidades en estas áreas de estudio se comentan a continuación: El acceso a las herramientas para la robótica y la programación disponibles actualmente en el mercado, son costosas y promueven la desigualdad y el distanciamiento de las clases sociales. Además, la mayoría de docentes carecen de los conocimientos básicos para poder emplear estas herramientas tecnológicas como medio para potenciar la comprensión de los objetivos pedagógicos. El Quinto Informe Estado de la

Educación costarricense 2015 indica que, “Respecto al uso de tecnologías digitales, muchos docentes se sienten inseguros, al menos no expertos en su uso, y manifiestan la necesidad de recibir formación en el aprovechamiento pedagógico de estas herramientas” (Programa Estado de la Nación, 2015. Quinto Informe Estado de la Educación. San José, Costa Rica).

Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación consiste en evaluar el impacto de un marco de trabajo basado en tecnologías de hardware y software, que permitan la invención y la programación de sistemas robóticos autómatas para ser empleados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de forma lúdica para el fortalecimiento de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Como apoyo a las estrategias de enseñanzas tradicionales, en jóvenes de segunda enseñanza. Entre los objetivos específicos se mencionan:

- Identificar las actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje que pueden ser incorporadas dentro del área de trabajo para apoyar las habilidades STEM en personas de 13 años a 15 años de edad.
- Diseñar un marco de trabajo que incorpore hardware y software que permita la creación de dispositivos autónomos para la enseñanza y aprendizaje de fundamentos lógico-matemáticos, para el pensamiento abstracto, el pensamiento computacional y la orientación a objetos.
- Producir una guía de pautas que permitan el desarrollo de herramientas de enseñanza y aprendizaje en el área de la robótica educativa y la programación.
- Valorar la contribución del marco de trabajo como plataforma de mediación en la formación de habilidades STEM en los jóvenes.

Método

El enfoque del presente trabajo se realizará mediante la utilización de la modalidad de Investigación Cualitativa, y de forma particular: el método de Investigación Acción Participativa (IAP). En relación a esta modalidad, (Flick, 2004) expresa que “la investigación cualitativa se orienta a analizar casos concretos en su particularidad temporal y local. Y a partir de las expresiones y actividades de las personas en sus contextos locales” (p.27). Lo anterior evidencia el propósito de realizar un abordaje a las personas participantes dentro de sus actividades sustantivas esto con la intención de cumplir los objetivos y metas de la investigación.

Por otro lado el método de (IAP) posibilita que las personas participantes involucrados en la realidad sean actores del proceso de transformación de esta. Ya que permite realizar una investigación desde el punto de vista de las personas docentes y llevado a cabo por las mismas personas y desde el ambiente propio de trabajo. El método en mención posibilita indagar sobre los conocimientos y las prácticas que poseen las personas participantes.

La investigación se realizará a través del trabajo de cuatro fases principales: la primera fase consiste en realizar un análisis y un diagnóstico que permita identificar las actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje que pueden ser automatizadas y programadas dentro del marco de trabajo y que además propicien el aprendizaje cooperativo. De igual forma durante este periodo se realizará una indagación consensuada de la bibliografía existente. Posteriormente se realizará la segunda fase, la cual consiste en realizar una propuesta de diseño sobre el marco de

trabajo, la cual debe incorporar las oportunidades y necesidades encontradas que ayuden a la formación de habilidades en tecnología. Seguidamente se continuará con la tercera fase, en esta etapa se pretende ejecutar dicho marco de trabajo dentro del contexto seleccionado y con los participantes que cumplan con los criterios de selección. En la fase final, se valorará la contribución como plataforma de mediación en la formación de habilidades STEM, como herramienta de apoyo al trabajo docente y medio de motivación en el estudiantado.

Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para lograr los objetivos planteados, se ha definido recopilar los datos por medio de la recolección de listas de asistencia, registro audiovisual, fotografías, cuadernos de campo y la observación de los participantes. También se utilizará la técnica de discusión con pares o expertos, con el propósito de discutir con otros investigadores, especialistas o colegas con experiencia en el tema. Además se realizará el empleo de cuestionarios, encuestas y el uso del taller y el empleo del testimonio focalizado.

Procesamiento de la Información. Técnicas de análisis de resultados

Análisis de contenido: validez, confiabilidad y fiabilidad, "El criterio de fiabilidad se reformula en la dirección de comprobar la seguridad de los datos y los procedimientos, que se pueden fundamentar en la especificidad de los diversos métodos cualitativos" (Flick, 2004, p.238). Esto quiere decir que es necesario explicar el origen de los datos, garantizar que pertenece al sujeto y que parte es interpretación.

Por otro lado se propone la triangulación y la discusión con pares o expertos como mecanismos para asegurar la fiabilidad y la confianza. Esta se entiende como:

"la organización y asociación focalizada y sistemática de métodos, estrategias, técnicas, instrumentos, informantes, otros especialistas y la óptica del propio investigador en la ejecución de una investigación, cuando se estudia un problema o fenómeno específico, lo que permite una mayor confianza de las fuentes de información" (Teppa, 2006, p. 77).

Este proceso permite contrastar las diferentes fuentes de las cuales se recolecta la información, versus la teoría y lo conocido por el investigador.

Resultados esperados

La investigación busca determinar el impacto de un marco de trabajo que permita mejorar las habilidades STEM, mediante el desarrollo de procesos colaborativos y el empleo de herramientas como la programación, la robótica y el enfoque de aprendizaje por proyectos en jóvenes de educación secundaria.

También busca como meta diseñar e incorporar elementos de hardware y software que ayuden en los procesos de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de fundamentos de: lógico-matemáticos, abstracto, pensamiento computacional y orientación a objetos. Los cuales son considerados como importantes en la asimilación y comprensión de las nuevas tecnologías.

El planteamiento del presente trabajo se basa en la importancia de desarrollar competencias y habilidades en los jóvenes en las áreas: ciencias, tecnología, ingeniería y matemática; además presenta como objetivo, mantener su interés de forma sostenida que ayude a lograr grados académicos o profesionales.

También se plantea la creación de guías que sirvan de pautas para posteriores proyectos de robótica y de programación que puedan estar a cargo de instructores o profesores según sus

respectivos contenidos y objetivos académicos. Destacando que se busca que los trabajos y el material realizado por los profesores y estudiantes puedan ser compartidos, discutidos y mejorados de forma colaborativa de manera que esto les permite estar en constante capacitación y al mismo tiempo actualizando sus habilidades técnicas y pedagógicas.

Según los antecedentes presentados no hay un ambiente de trabajo igual a la propuesta presentada, donde se puedan integrar los elementos de habilidades STEM, pensamiento computacional, robótica y programación, en un entorno colaborativo entre docentes y estudiantes. De igual forma se espera realizar un análisis comparativo entre los posibles marcos de trabajo que presenten similitud con la propuesta.

Discusión y conclusiones

Por las razones antes expuestas resulta importante el diseño, la evaluación y la aplicación de un marco de trabajo que permita la creación y la programación de sistemas robóticos autómatas que puedan ser empleados en los procesos de enseñanza y aprendizaje para el fortalecimiento de habilidades en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

Se destaca que la incorporación de herramientas de hardware y software en los ambientes educativos cuenta con potencial para ayudar en la comprensión de fundamentos lógico-matemáticos, desarrollo del pensamiento abstracto y pensamiento computacional. Y que se presentan como esenciales en el empoderamiento y apropiación de las nuevas tecnologías vigentes en prácticamente todas las aristas de la vida moderna.

La utilización de un marco de trabajo colaborativo como plataforma de mediación para la formación de habilidades STEM, puede convertirse en un medio para lograr la comprensión y la apropiación de la tecnología, y potenciar la creatividad en el diseño y la creación de soluciones a problemas de la sociedad contemporánea, además de propiciar la adquisición de habilidades y competencias acorde a los nuevos retos.

Es importante destacar que se debe comprobar la factibilidad de la utilización de pautas que permitan el desarrollo de herramientas de enseñanza y aprendizaje en el área de la robótica educativa y la programación. También es necesario determinar cuáles elementos de hardware y software presentan mayores ventajas de accesibilidad para los centros educativos y que puedan ser incorporados en el diseño de un marco de trabajo colaborativo. Así como determinar en cuales actividades del proceso educativo pueden ser incorporadas dentro del área de trabajo para apoyar las habilidades y competencias del estudiantado.

El presente trabajo busca ser un complemento dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, que permita un acercamiento aplicado y una apropiación de la tecnología tanto en la persona docente como en el estudiantado en las áreas determinadas STEM.

Referencias

- Acuña, A. (2012). "Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: Lecciones Aprendidas". (F. O. Dengo, Ed.) *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Vol.13, Núm. 2, pág. 6-27
- Acuña-Zúñiga, A. L. (2006). Proyectos de robótica educativa: motores para la innovación. *En Current Development in Technology- Assisted Education* (pp. 951-956).
- Campos, S. G., y Bonilla, J. P. S. (2015). *Vigésimo primer informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible 2014*.

- Caron, D. (2010). Competitive Robotics Brings Out the Best in Students. *Tech Directions*, 69(6), 21-23.
- Castro-Rojas, M. D., y Acuña-Zúñiga, A. L. (2012). Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 91-119. Recuperado a partir de http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9001/9246
- Colelli, R. (2009). Model Program: Southern Lehigh High School, Center Valley, PA. *Technology Teacher*, 68(4), 27-32.
- Espino, E. E. E., Soledad, C., & González, C. S. G. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia*, (46).
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid, España, editorial Morata.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. En SIGCSE'07 (Vol. 49, p. 33). Covington, Kentucky, USA: ACM.
- Jiménez, M., y Cerdas, R. (2014). La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. In *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. OEI.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Paidós.
- Jost, B., Ketterl, M., Budde, R., & Leimbach, T. (2014). Graphical programming environments for educational robots: Open roberta-yet another one?. In *Multimedia (ISM), 2014 IEEE International Symposium on* (pp. 381-386). IEEE.
- Kim, S. H., y Jeon, J. W. (2007). Programming LEGO mindstorms NXT with visual programming. En *International Conference on Control, Automation and Systems, 2007. ICCAS '07*. (pp. 2468-2472).
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4), 1-15.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (2011). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (2015). *Plan Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021*. San José, Costa Rica.
- .
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. (B. Books, Ed.) (2. a ed.). Basic Books, Inc. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1095592>
- Piaget, J. (1985). *Seis estudios de Psicología*. (Editorial Labor S.A., Ed.). México: Origen/Planeta.
- Pittí, K., Curto Diego, M. B., & Moreno Rodilla, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. *Teoría de la Educación*, 11(1), 26.
- Programa Estado de la Nación, 2014. *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. San José, Costa Rica.
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2014). *Estado de la Ciencia, La Tecnología y la Innovación*. San José, Costa Rica
- Programa Estado de la Nación, 2015. *Quinto Informe Estado de la Educación*. San José, Costa Rica.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Buenos Aires: Editorial Díaz de Santos, S.A.

- Tomoyose, G. (2014, mayo 9). miniBloq, el lenguaje de programación argentino para robots que llega a todo el mundo. *La nacion*, p. 1. Argentina. Recuperado a partir de <http://www.lanacion.com.ar/1688842-minibloq-el-lenguaje-de-programacion-para-robots-con-sello-argentino>.
- Teppa, S. 2006. Investigación-Acción Participativa en la Praxis Pedagógica Diaria. *Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Barquisimeto Luis Beltrán Prieto Figueroa, Subdirección de Investigación y Posgrado*. Venezuela.
- Vygotsky, L. S., Leontiev, A., & Luria, A. R. (2011). *Psicología y Pedagogía*. (AKAL, Ed.) (4. a ed.).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <http://doi.org/10.1145/1227504.1227378>.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 366(1881), 3717-25.
- Zúñiga, M. (2003). Aprendizaje mediado por tecnologías digitales: la experiencia de Costa Rica. *En Educación y Nuevas Tecnologías* (pp. 99-114). Buenos Aires, Argentina: International Institute for Educational Planning. UNESCO. Recuperado a partir de http://www.fod.ac.cr/aplicacionesFOD/ARCHIVOS/RECURSOS/mz_2003_aprendizaje_mediado.pdf.
- Zuñiga, A. L. A. (2006). Robótica: para el desarrollo de habilidades en diseño con niños, niñas y jóvenes en América Latina. *La estrategia metodológica*.

Apectos clave

- ¿De que manera la robótica educativa puede ser aprovechado con el fin de mejorar la práctica docente y como medio para desarrollar conocimiento teórico-práctico sobre la tecnología y su impacto en el estudiantado?
- ¿Qué actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje pueden ser incorporadas dentro de un área de trabajo para apoyar el desarrollo de habilidades STEM en estudiantes de segunda enseñanza?
- ¿Cuáles beneficios en el quehacer docente y del estudiantado presenta el diseño y la utilización de un marco de trabajo colaborativo como plataforma de mediación para la formación de habilidades STEM?
- ¿Los elementos de hardware y software aplicados en la robótica educativa pueden ser un complemento o una parte integral del modelo de enseñanza y aprendizaje, para propiciar fundamentos de lógica-matemática, abstracción, programación y el pensamiento computacional en el estudiantado?