

# Britabot: Experiencias con un Semillero de Robótica Educativa<sup>1</sup>

**Jonathan Mateo Palma Polo<sup>2</sup>**

**Marlon Oweimar Coral Vargas<sup>3</sup>**

**Alejandra Zuleta Medina<sup>4</sup>**

**Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo:** Palma-Polo, J. M., Coral-Vargas, M. O. y Zuleta-Medina, A. (2024). Britabot: Experiencias con un Semillero de Robótica Educativa. *Revista Criterios*, 31(1)

## Resumen

Este artículo pretende llevarlos por el recorrido y las experiencias vividas tras la implementación del Semillero de Robótica Educativa apoyado en Ciencia y Tecnología "Britabot" en una Institución Educativa Privada Rural de la ciudad de San Juan de Pasto, con un grupo experimental de 28 estudiantes desde el grado quinto de primaria hasta el grado once de media académica, cuyas edades oscilan entre los 10 y 18 años de edad y 2 profesores adscritos al Colegio Musical Británico, con quienes se aplicó una estrategia formativa para el fortalecimiento de sus habilidades y competencias haciendo uso del enfoque STEAM a través de herramientas y elementos propios de la Robótica Educativa que les permitieron orientar su aprendizaje a través del constructivismo mediante el desarrollo de una guía curricular previamente diseñada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Se usó la modalidad de investigación cualitativa, dentro de un enfoque crítico social aplicado en la investigación acción.

*Palabras clave:* educación; robótica educativa; semillero de investigación; competencias STEAM.

---

<sup>1</sup> Artículo resultado de la investigación titulada: "BRITABOT": Semillero de Robótica Educativa apoyado en Ciencia y Tecnología para aportar en las habilidades de los estudiantes del Colegio Musical Británico.

<sup>2</sup> Candidato a Magíster en Educación, Universidad de Nariño; Especialista en Gerencia de Proyectos, Universidad de Nariño; Licenciado en Informática, Universidad de Nariño; Gestor de Proyectos Educativos, Alcaldía Municipal de San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: jonathanmateo@udenar.edu.co ORCID: 0000-0003-3035-1760.

<sup>3</sup> Candidato a Magíster en Educación, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad San Martín; Coordinador Pedagógico del Colegio Musical Británico; San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: marloncoral@udenar.edu.co ORCID: 0009-0005-8541-1574.

<sup>4</sup> Doctora en Ciencias de la Educación, Universidad de Nariño; Magíster en Educación, Universidad de Nariño, Ingeniera de Sistemas, Universidad de Nariño; Docente tiempo completo del Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana; San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: alezuleta@umariana.edu.co ORCID:0000-0003-0369-0185.

# The learning with STEAM method, experiences with the education robotics seedbed

## **Abstract**

This article aims to take you through the journey and experiences lived after the implementation of the Educational Robotics Seedbed supported by Science and Technology "Britabot" in a Rural Private Educational Institution in San Juan de Pasto city, with an experimental group of 28 students from fifth grade of elementary school to eleventh grade of high school, whose ages range between 10 and 18 years old and 2 teachers attached to the Colegio Musical Británico, with whom a training strategy was applied to strengthen their skills and competencies using the STEAM method through tools and elements of Educational Robotics that allowed them to guide their learning by means of constructivism by developing a curriculum guide previously designed to meet the objectives of the project. The qualitative research modality was used, within a critical social approach applied in action research.

*Keywords:* education; educational robotics; research seedbed; STEAM skills.

# Ensino com a abordagem STEAM, experiências com uma sementeiro de Robótica Educacional

## **Resumo**

Este artigo planeja trazer vocês ao recorrido e das experiências vividas após da implementação do Sementeiro de robótica Educativa suportado em Ciência e Tecnologia "Britabot" numa Instituição Educativa Privada Rural da cidade de San Juan de Pasto, com um grupo experimental de 28 estudantes desde o grado quinto do ensino primário até o grado onze do ensino secundário, cujas idades variam entre 10 e 18 anos, e 2 professores vinculados ao Colegio Musical Británico, com quem foi aplicada uma estratégia formativa para o fortalecimento das suas habilidades e competências usando o enfoque STEAM através das ferramentas e elementos próprios da Robótica Educativa que eles permitiram orientar o seu aprendizagem através do construtivismo mediante o desenvolvimento de uma guia curricular previamente desenhada para o cumprimento dos objetivos do projeto. Foi usada a modalidade de pesquisa qualitativa, no enfoque critico social aplicado na investigação ação.

*Palavras-chave:* educação; robótica educacional; sementeiros de investigação; Competências STEAM.

## Introducción

Desde la publicación del Parlamento Europeo del documento en el cual se identificó el ámbito STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) como una de las competencias clave para la enseñanza y el aprendizaje de los ciudadanos del siglo XXI, este enfoque ha tomado relevancia en los entornos educativos por cuanto permite el uso de tecnologías avanzadas en relación con la educación de tipo científico a la vez que permite el desarrollo de un sinnúmero de competencias entre ellas las competencias digitales como pilar de la sociedad actual.

La Robótica Educativa como eje de formación de las competencias STEAM, es una de las apuestas en educación que las mejores instituciones del mundo han considerado como una herramienta para elevar la calidad (Romero et al. 2014) y fortalecer procesos de enseñanza de habilidades inherentes al desarrollo tecnológico y otras relacionadas con áreas curriculares como la física, la matemática, el inglés, la mecánica y varias otras asignaturas.

Buscar una educación integral en la que convergen la estructuración de conocimientos y el desarrollo de habilidades y competencias es una de las misiones más importantes de toda institución de educación básica, pues esa construcción de saberes es esencial para desempeñarse en un mundo globalizado dentro de un entorno competitivo donde los estudiantes deben asegurarse su visión de futuro y proyecto de vida.

Desde esa necesidad y con la mirada crítica en la transformación constante de esta sociedad tecnológica, las competencias digitales cobran su importancia como un elemento dinamizador de múltiples oportunidades, por ello, desde las Instituciones Educativas es importante contemplar una transformación de los procesos curriculares dentro de un marco investigativo enfocado hacia el desarrollo de estas competencias y saberes desde temprana edad.

Una de las apuestas es la inclusión de la Robótica Educativa, en ese marco de aprendizaje, las competencias STEAM potencializa los procesos de enseñanza, pues el estudio de esta ciencia aporta significativamente en la consecución de los objetivos por ser parte de una oferta educativa que genera motivación pues se desarrolla en una dinámica de diseño pedagógico del constructivismo, el uso y creación de "**tecnofactos**" y la construcción de conocimientos en un entorno colaborativo.

Dentro de las instituciones educativas, la pandemia, obligó a los docentes y discentes a ampliar su espectro de conocimientos en el ámbito de las herramientas digitales, este proceso logró que muchos de los estudiantes se enfrentaran a retos de cara a la solución de problemas con el uso de la tecnología mientras que los docentes entendieron la necesidad de la actualización para poder ofertar un mejor servicio educativo orientado hacia los requerimientos de la actual sociedad, algo que ya se había propuesto en el Marco de competencias de los docentes en materia de TIC (Cepal UNESCO, 2020).

Esta conjugación de necesidades y oportunidades, se entrelaza con los continuos avances en materia de ciencia y tecnología de los que muchos se encuentran distantes, como mencionó Carlota Pérez (2002), que la humanidad se encuentra en un "punto de viraje" de una transformación tecnológica sin precedentes, el mundo avanza a pasos acelerados y generar las competencias y habilidades que requiere este nuevo panorama mundial donde

la ciencia y tecnología son base para los ejercicios y desarrollos futuros se hace una necesidad latente.

El Colegio Musical Británico, así como otras instituciones adolece de una formación integral en ciencia y tecnología, por ello, deben mirar hacia el interior de sus procesos académicos para poder escalar su educación hacia una que integre diversas competencias valorando la aplicación de la robótica educativa como medio de aprendizaje.

Es por ello, que en ese rezago que existe desde lo curricular y las prácticas pedagógicas, se encontró importante buscar alternativas que dinamicen los procesos de transformación educativa, adicional a la generación de competencias informáticas en los estudiantes, pues tras haber transitado ya un camino donde ellos llegaron a la nueva presencialidad con habilidades que como autodidactas lograron, sería un error regresar al viejo paradigma formativo en ciencia y tecnología donde las vivencias desde la informática se reducen al aprendizaje de la ofimática y algunos programas comerciales principalmente.

En ese vaivén de ideas, surge la propuesta de implementar un semillero de investigación, el cual, desde el nivel de la educación básica colegial puede aportar al fortalecimiento de las habilidades informáticas desde el enfoque STEAM, por ello se apropió como pilar del semillero el uso de la Robótica Educativa como recurso valioso para fomentar nuevos aprendizajes que ligados a una estructura curricular propia del semillero, robustezcan los conocimientos en ciencia y tecnología aplicándolos en la solución de problemas del entorno y en el desarrollo curricular de las áreas asociadas a estos aprendizajes como inglés, matemáticas, física entre otras. El solo hecho de elegir aquello que ofrece la realidad como material didáctico, lo convierte en un recurso con utilidad y aplicación transformadora en el proceso de aprendizaje (Spiegel, 2006).

## **Teorías**

### **Revisión de antecedentes**

Atlas.ti ayuda a develar información con herramientas de investigación intuitivas mediante la captación masiva de palabras, frases o fragmentos para realizar tareas de análisis básicas hasta llegar a los límites profundos de la investigación.

Tras el análisis del programa, sobre la recurrencia en los conceptos contenidos en los documentos, arrojó una nube de palabras iniciales de las cuales se realizó un proceso de depuración manual con la exclusión de expresiones, conectores y otras sin valor semántico para finalmente, dejar una construcción semántica acorde a la naturaleza de la investigación.



la apropiación de herramientas que les acerque a áreas de conocimiento como son la electrónica, la informática, la mecánica y el diseño, todo mediado por la metodología STEAM que agrupa las áreas del núcleo común.

En el 2019 el semillero se propuso aprender el funcionamiento básico de robots comerciales para fines de trabajo con movilidad y materiales reciclados, mientras que en 2021 tienen planeado la fabricación de robots que simulan las sensaciones y aspectos humanos. El semillero ha concursado de forma continua en diferentes certámenes distritales y universitarios siendo reconocido su labor por el IDEP (Instituto para la Investigación Educativa y el desarrollo Pedagógico).

Para el proceso de investigación, se tomó este antecedente como vital e importante, pues su visión de vincular los procesos educativos con las soluciones a problemas del entorno, generando con ello el pensamiento crítico social reflexivo, se alineó como parte importante en el desarrollo de los objetivos planteados.

Otro antecedente importante dentro de esta línea, se encontró en el Colegio Gustavo Rojas Pinilla de Bogotá D.C con su semillero de investigación Robotic Strong conducido por el Licenciado en Electrónica Carlos Mario Caycedo Villalobos. Este semillero inició como un proyecto de aula en el cual se buscaba construir 3 animales y darles movimiento, proyecto que se impulsó desde las áreas de ciencias naturales y física en grado diez (10), al cual se unió posteriormente el docente de Tecnología informática para aportar en el tema mecánico y electrónico, resultando en la construcción de un tucán animatrónico, con el cual entraron a participar en Bogotá Robótica 2013, momento que dio forma al semillero.

CatiNar brinda la oportunidad para niños, jóvenes y adultos de aprender el manejo de distintas herramientas como drones, impresoras 3D, realidad virtual e incluso herramientas eléctricas comunes mediante la oferta de talleres especializados publicados en su página web oficial y en sus redes sociales para convocar a los emprendedores digitales y demás población ávida de conocimiento en herramientas tecnológicas y digitales.

Al tener un espacio en la localidad, permitió fortalecer el proyecto de investigación no solo a través de la retroalimentación con los asesores de CatiNar, además el compartimiento de experiencias basadas en el aprendizaje de herramientas tecnológicas que hacen parte del núcleo de estudios con los participantes investigadores del semillero.

Todo este proceso de historial de referentes, trazaron una ruta importante en categorizar una gran cantidad de documentos actuales relacionados con el proyecto de investigación Britabot: Semillero de Robótica Educativa Apoyado en Ciencia y Tecnología para aportar en las habilidades de los estudiantes del Colegio Musical Británico, donde la extracción de esta información tomó una valiosa importancia por su riqueza temática, teniendo como referente principal el software cualitativo de datos Atlas.ti.

### **Los semilleros como fuente de transformación educativa**

Una de las estrategias innovadoras implementadas desde la etapa escolar básica para iniciar con la formación en investigación en los estudiantes son los semilleros; estos espacios de formación aportan hacia la mejora de los indicadores de investigación e innovación tanto en estudiantes como en docentes, he ahí, la necesidad clara de su implementación, pues además de fortalecer los procesos investigativos, se fundamentan los procesos de

enseñanza a través de la transversalidad de las áreas involucradas y la afectación de los procesos curriculares en los que se sumergen como un nuevo componente dentro de las estrategias de formación. Rodríguez et al. (2019), en su artículo publicado en el libro Innovación Educativa en la Sociedad Digital destaca la necesidad de la formación en investigación como parte de todo el proceso de formación de cualquier profesional, ya que se aprende a investigar investigando y no como parte de un solo curso o asignatura; en la propuesta destacan a la iniciativa semilleros de investigación como una contribución a la formación de profesionales.

Es claro que los semilleros históricamente tienen su génesis en las Universidades y así se han sostenido por muchos años, pero con el tiempo, estos procesos han migrado hacia el nivel básico pues se comprende que los procesos investigativos deben forjar sus bases en la etapa escolar pues es ahí donde se fundamentan los cimientos que soportarán el quehacer académico universitario y más allá el profesional.

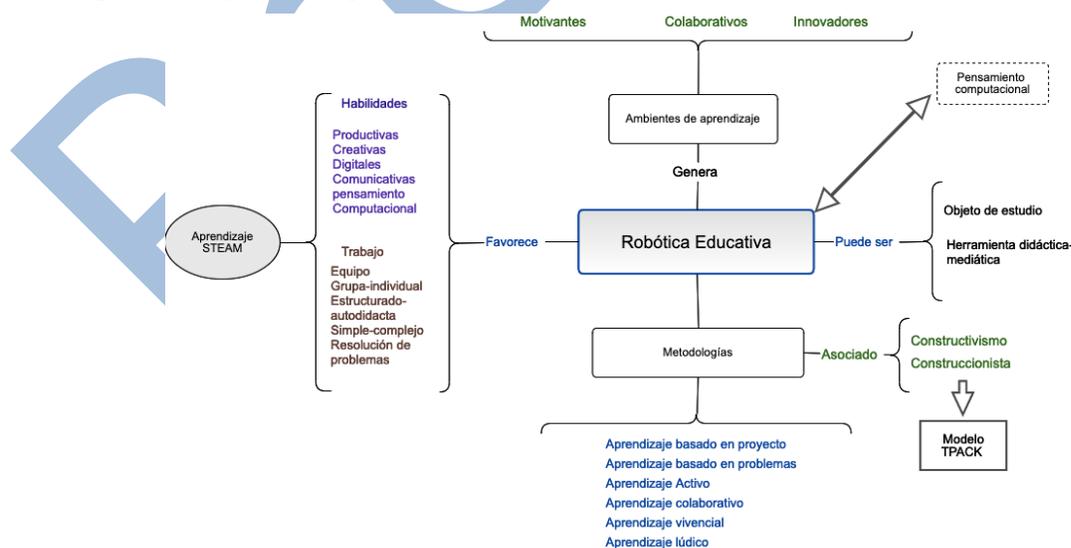
### La Robótica Educativa

González et al. (2020) en su artículo panorama de la Robótica Educativa a favor del aprendizaje STEAM, destacaba sus beneficios en cuanto al desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas. Claramente estos se ven fortalecidos gracias al dinamismo del enfoque con el cual se aborda el proceso, pues la didáctica basada en ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), en aprendizaje colaborativo, significativo y lúdico fomentan el interés y llevan al estudiante al camino de una educación más por goce que por obligación.

El uso de las herramientas de la Robótica Educativa como instrumento didáctico para el aprendizaje crean una guía para la resolución de problemas del entorno con soluciones de orden multidisciplinario, activando procesos cognitivos y sociales relacionados con el aprendizaje significativo que germinan en la adquisición de conocimientos de orden tecnológico y científico.

**Figura 2**

*Metodologías de aprendizaje y su interacción con la enseñanza de la Robótica Educativa*



*Nota:* Mapa de términos asociados al concepto de robótica educativa del estudio realizado de González, Flórez & Muñoz en el estudio de Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM (2020).

La anterior figura permite concluir que la Robótica Educativa crea todo un andamiaje para el aprendizaje a través de metodologías activas que permiten al estudiante construir habilidades y competencias a través de los ejercicios propios derivados del estudio y la aplicación de nuevas tecnologías en la educación.

## Metodología

La investigación se enmarca en el paradigma sociocrítico dentro de un enfoque crítico social aplicado en la investigación acción, porque a través de las experiencias de aprendizaje que se obtengan se va trazando una línea de interpretación de los estados de avance de cada miembro del grupo, lo cual tiene un valor subjetivo pues se busca llevar a cada estudiante al umbral de su propio conocimiento, lo que puede ir más allá de la propuesta curricular que se tiene como base. Adicionalmente el enfoque crítico-social conduce al estudiante hacia el logro de su propia conciencia crítica y autorreflexiva, respecto no solo de su contexto inicial versus el final, también de los problemas alrededor y a los cuales se les ha dado solución a través de los procesos investigativos. Finalmente, la investigación acción se vuelve un aspecto clave para el éxito del proyecto de investigación, pues con ella se ataca directamente el problema, mejorando las prácticas educativas, su comprensión y la implementación de nuevas estrategias en la educación.

Otro aspecto importante dentro de la investigación, es el enfoque STEAM con el uso del trabajo por ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), la cual es una estrategia que en unión a la propuesta curricular colaboraría en el desarrollo de las fases del paradigma Investigación acción, tomando la metodología de la autora Mercedes Suárez Pazos (1998) quien propone dentro de la **fase inicial** realizar un diagnóstico del estado del arte del trabajo de investigación a realizar dentro de la Institución Educativa, por lo cual, tras caracterizar a los estudiantes, sus saberes, los recursos, el equipo de trabajo entre otros, se dispone en una **segunda fase** la búsqueda de la estrategia educativa que mejor se adapte a los resultados de los semilleros tomando una serie de referentes teóricos para soportar el trabajo de aplicación de la estrategia, en una **tercera fase** se propone la realización de la ficha de planeación para la implementación del Semillero de Robótica Educativa como estrategia de trabajo en el cual se integran la propuesta curricular con todos los aspectos necesarios para su desarrollo y **finalmente**, la puesta en marcha con el trabajo grupal por sesiones que permita el paso al cierre de la investigación con la evaluación de la aplicación de la estrategia formativa y el análisis cualitativo a través del Software de análisis de datos Atlas.ti de los resultados obtenidos por el proceso educativo a través de la tabulación de los datos recogidos de las matrices de evaluación de habilidades diligenciadas mediante el método de observación directa.

La unidad de trabajo fue constituida por los estudiantes pertenecientes al semillero de robótica, con quienes se tuvieron se consideraron los siguientes aspectos para el desarrollo de la investigación.

Enfoque Temático Específico: Al incluir a los miembros del semillero de robótica, se asegura que los participantes tengan un interés y una afinidad particular por la temática de la investigación. Esto garantiza que los involucrados estén motivados y comprometidos con el objetivo del proyecto, que es el fomento de habilidades en robótica y tecnología.

Relevancia para el Semillero: La investigación se alinea estrechamente con los objetivos y el enfoque del semillero de robótica. Los participantes ya están familiarizados con el contexto, los recursos y las metas del semillero, lo que facilita la implementación de las actividades de investigación y la comprensión de su importancia.

Aprovechamiento de Recursos Internos: Al utilizar a los miembros del semillero como unidad de trabajo, se aprovechan los recursos internos de la institución educativa. Esto puede incluir el conocimiento y la experiencia de los docentes y tutores del semillero, así como el acceso a las instalaciones y equipos necesarios para llevar a cabo la investigación.

Creación de Comunidad de Aprendizaje: La inclusión de los miembros del semillero en la investigación crea una comunidad de aprendizaje activa y participativa. Los estudiantes colaboran en la investigación, comparten sus conocimientos y experiencias, y trabajan juntos para alcanzar los objetivos del proyecto.

Desarrollo de Competencias y Habilidades: La participación en la investigación proporciona a los miembros del semillero la oportunidad de desarrollar y aplicar competencias y habilidades en el campo de la robótica y la tecnología. A través de la práctica activa y la resolución de problemas reales, los estudiantes pueden mejorar su comprensión y destrezas en estas áreas.

Así las cosas, al seleccionar a los miembros del semillero de robótica como la unidad de trabajo, se garantiza una mayor afinidad temática, un mayor compromiso y una mayor relevancia para el proyecto. Esto contribuye a una investigación más efectiva y a la promoción de habilidades y competencias en robótica y tecnología entre los estudiantes involucrados en el semillero.

Al finalizar el ciclo de trabajo formativo con el semillero, se consideró prudente aplicar un cuestionario dentro de una entrevista semiestructurada a algunos de los agentes involucrados en este espacio, con el fin de conocer su visión sobre los desarrollos realizados.

La entrevista constaba de un número distinto de preguntas realizadas a representantes del semillero como estudiantes, docentes semilleristas, padres de familia y el rector de la Institución Educativa, la aplicación fue así:

**Tabla 1**

Relación de representantes entrevistados del semillero

<b>Categorías</b>	<b>No de representantes</b>
Directivo docente (rector)	1
Docentes semilleristas	2

Estudiantes semilleristas	7
Padres de semilleristas	2

Nota. La tabla muestra la relación de personas entrevistadas según su rol en el semillero. Fuente: Elaboración propia. Resultados de la investigación.

La importancia de conocer todos los puntos de vista permitiría analizar de diversas perspectivas las opiniones, sugerencias y otros sobre el trabajo del Semillero de Robótica Educativa, con el ánimo de obtener conclusiones y recomendaciones pertinentes.

## Resultados

En la búsqueda de una transformación que impacte en la educación de la comunidad educativa, se implementó durante el año 2022 el Semillero de Robótica Educativa basado en ciencia y tecnología "**BRITABOT**", nombre en razón del lugar de trabajo, el Colegio Musical Británico.

El proceso de selección obedeció a un rango de edades el cual por características de la población escolar y de las competencias mínimas para el ejercicio del semillero se estableció entre los 10 a los 18 años, sin embargo, posteriormente se permitió la adhesión de docentes de hasta de 45 años. Como fuese, nuestro interés en las personas que querían ser parte del semillero era la motivación, pues solo se puede aprender con el interés del niño, y por supuesto, del adulto.

El semillero inició su fase introductoria tomando como base un plan curricular de elaboración propia el cual contiene todos los fundamentos para la práctica del semillero como temáticas, objetivos, tiempo de trabajo, metodología, materiales, aprendizajes y otros más. Este documento sería en más de un 90% la guía a seguir para encaminar los aprendizajes de estos semilleristas.

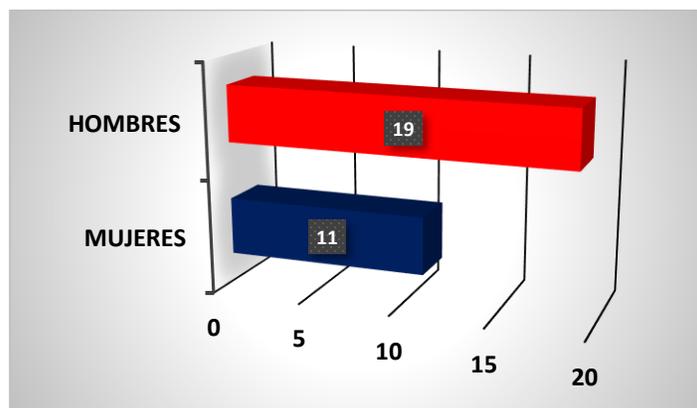
El proceso educativo originado de un trabajo de investigación posgradual fue realizado dentro del paradigma Cualitativo a través de la Metodología Investigación acción, para el cual se consideraron 3 fases:

- Caracterizar a los estudiantes que hacen parte del semillero y sus habilidades previas en robótica educativa.
- Diseñar una estrategia educativa para fomentar las habilidades de los estudiantes del Colegio Musical Británico mediante un semillero de robótica educativa
- Evaluar el impacto de la estrategia educativa diseñada para fomentar las habilidades de los estudiantes del Colegio Musical Británico mediante un semillero de robótica educativa.

En el transcurso de la fase introductoria, la caracterización de la población estudiantil parte de BRITABOT nos permitió recoger datos socio demográficos y de saberes previos, que nos permitió entender el potencial, así como las barreras sociales, económicas y de conocimientos que pudiesen tener efecto durante el proceso en los semilleristas.

### Figura 3

Clasificación por sexo

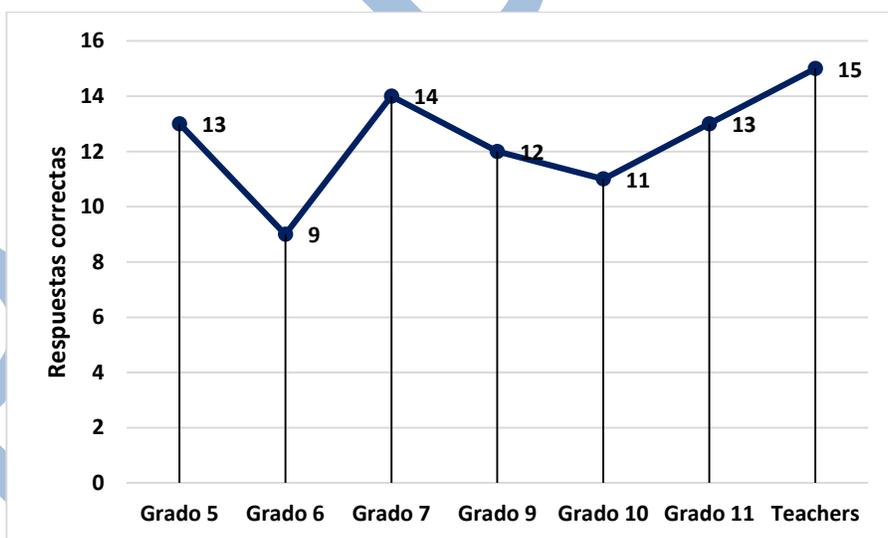


*Nota:* Gráfico de la cantidad de estudiantes semilleristas clasificados por sexo en el año lectivo 2022.

De la figura 3 es valioso concluir, que el interés marcado por el estudio de temas científicos fue predominantemente de tipo masculino, sin embargo, ya en la práctica, adelantándonos un poco a los resultados, se observó que las mujeres tuvieron mejores desempeños en el proceso de formación.

### Figura 4

Resultados de prueba diagnóstica de conocimientos previos



*Nota:* Representación gráfica de los resultados de la valoración de saberes previos en Robótica Educativa.

De la figura 4, se puede evidenciar tras la aplicación de la prueba diagnóstica consistente en quince (15) preguntas de temas basados en la Robótica Educativa, que los resultados fueron positivos pues solo un grupo pequeño de estudiantes se encontraba por debajo del

promedio, mientras que los demás semilleros tenían amplios conocimientos de las bases para iniciar el proceso de aprendizaje.

### La ruta STEAM

Con los indicadores anteriores entre otros adicionales que se usaron para la caracterización de la población, se dio inicio al proceso de aprendizaje dentro del enfoque STEAM basado en la propuesta curricular de Robótica e Informática Educativa creada para este fin, iniciamos con un grupo de 30 estudiantes con una intensidad de 3 horas semanales como parte de un trabajo extracurricular fuera de su jornada habitual en el colegio, espacio en el que trabajamos temas variados que iniciaron con actividades de exploración de tipo psicomotriz para rápidamente pasar a otros ejercicios de aprendizaje sistemático y de estructuración: programación por bloques, diseño de circuitos, trabajo con Arduino, diseño e impresión 3D entre muchas otras más.

Las actividades fueron registradas en una revista digital que se puede observar en el siguiente enlace: <http://colegiomusicalbritanico.edu.co/Britabot/mobile/index.html>

Cada sesión se desarrollaría dentro del ABP para permitir el trabajo basado en objetivos de cumplimiento, en cada sesión se realizó una evaluación a través de una matriz que contemplaba 9 parámetros valorados según el cumplimiento de ciertas habilidades la cual se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Tabla de habilidades de los estudiantes*

<b>Código</b>	<b>Nombre de la Habilidad</b>	<b>Descripción de la habilidad</b>
<b>Ha.1</b>	Colaboración y comunicación oral	Existió la comunicación directa entre los estudiantes que integran el semillero de investigación, además de la interacción con los tutores del proyecto.
<b>Ha.2</b>	Colaboración en la red y trabajo colaborativo	Se realizó trabajo colaborativo mediante pequeños grupos de intervención, donde los estudiantes se reunieron e hicieron la invención de un artefacto tecnológico y la exposición de su trabajo
<b>Ha.3</b>	Agilidad y capacidad de adaptación	Se evidencia el interés por hacer parte del manejo de estas temáticas basadas en ciencia y tecnología, además, su adaptación, percepciones previas y agilidad para resolver interrogantes.
<b>Ha.4</b>	Seguridad en sí mismo	Se observa seguridad en la ejecución de las tareas, confiando en sí mismos para la resolución de las actividades y la participación grupal.
<b>Ha.5</b>	Empatía y visión global	Fue empático con sus compañeros, respetando el pensamiento y aporte de cada uno en la actividad grupal, es capaz de incluir su pensamiento y recibir el pensamiento de los demás en la realización de la actividad
<b>Ha.6</b>	Autonomía y autocontrol	A partir de la concepción inicial de las actividades que desarrollaron, se observó que cumple con el desarrollo de estas haciendo uso de sus conocimientos previos.

<b>Ha.7</b>	Capacidad de iniciativa	Demuestra iniciativa en la creación y desarrollo de la actividad.
<b>Ha.8</b>	Creatividad e imaginación	Hace uso de la creatividad e imaginación en la invención de prototipos tecnológicos
<b>Ha.9</b>	Pensamiento crítico	Expone pensamiento crítico y realiza apreciaciones de las temáticas que se le brindaron

*Nota:* Tabla con la descripción de las habilidades de los estudiantes para el desarrollo de las temáticas de Robótica Educativa. Elaboración propia.

### Resultados de la ruta

El desarrollo de la metodología y la propuesta pedagógica y curricular para la enseñanza de la robótica educativa permitieron el logro en coherencia con los objetivos planteados.

Se consideró vital la participación autónoma en el semillero, por tanto, el interés que demostraba el estudiante con las temáticas del curso permitiría no solo la aprehensión de conocimientos, también garantizaría la asistencia regular a las sesiones.

En un año de semillero, se realizaron 27 sesiones de trabajo de las cuales se obtuvo un porcentaje del 78% de asistencia; durante el año se registraron 5 deserciones forzadas, 3 de ellas por retiro de la Institución Educativa y 2 por situaciones personales. Asimismo, se registraron 6 deserciones por desmotivación y 6 ingresos posteriores a la fecha de inicio, al finalizar el curso, se certificaron a 24 semilleras que culminaron el proceso formativo del Semillero de Robótica Educativa, lo que representa el 80% de los integrantes que iniciaron desde el principio del curso.

Tras la tabulación de la matriz de habilidades en cumplimiento al desarrollo de todas las temáticas de la propuesta curricular de Robótica e Informática Educativa se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3**

*Tabla de resultados de las habilidades de los estudiantes*

		Promedio								
Meses	Ha1	Ha2	Ha3	Ha4	Ha5	Ha6	Ha7	Ha8	Ha9	Total
mar	15,80	19,40	17,20	17,40	20,80	17,80	16,40	20,20	15,60	160,60
abr	11,00	20,33	15,67	14,67	21,33	11,67	10,33	15,33	0,33	120,67
may	18,25	20,75	14,50	12,75	21,75	11,00	10,50	14,25	14,25	138,00
jun	17,00	19,50	17,00	14,00	23,50	13,50	12,50	13,00	19,50	149,50
jul	11,00	15,33	14,33	8,67	19,67	15,67	13,67	15,67	13,33	127,33
ago	12,00	16,33	16,00	13,00	17,67	12,00	10,00	16,00	11,33	124,33
sep	9,00	11,00	13,67	6,67	19,00	11,67	10,67	12,33	3,67	97,67

<b>oct</b>	12,67	15,00	14,00	13,33	20,00	17,33	13,00	18,33	12,33	136,00
<b>nov</b>	17,00	6,00	22,00	13,00	23,00	22,00	12,00	13,00	17,00	145,00
<b>Prom</b>	<b>13,75</b>	<b>15,96</b>	<b>16,04</b>	<b>12,61</b>	<b>20,75</b>	<b>14,74</b>	<b>12,12</b>	<b>15,35</b>	<b>11,93</b>	<b>133,23</b>

*Nota:* Resultados de la tabulación de las matrices de habilidades de los 24 estudiantes integrantes del semillero. Elaboración propia.

En la anterior tabla se especifica el promedio de los 24 estudiantes en referencia al total de las habilidades desarrolladas durante cada mes, a su vez permite obtener las siguientes conclusiones:

- Las habilidades que más se desarrollaron tras el proceso de semillero fueron empatía y visión global, agilidad y capacidad de adaptación, colaboración en la red y trabajo colaborativo, y creatividad e imaginación.
- Durante el primer trimestre, los resultados en general fueron mayores que los demás, esto se debe a que las temáticas iniciales basadas en contenidos más prácticos de tipo manual fueron los que mejor se recibieron por los estudiantes, mientras que, en los demás trimestres, los procesos de programación, diseño de circuitos y **"tecnofactos"** requerían habilidades más específicas como lógica, pensamiento computacional y otras que se fueron desarrollando de manera más lenta.
- Se concluye que en este primer ciclo de principiantes se lograron desarrollar un sesenta y 62% de las habilidades de la matriz en los semilleros que finalizaron el curso.
- Tras la formación con el diseño curricular planteado, se observa que la temática de introducción a los sensores y programación de Arduino fueron los temas que más dificultad presentaron para los estudiantes, lo cual se ve reflejado en el mes de septiembre con la menor puntuación a nivel de valoración de la matriz de cumplimiento de habilidades.

Dentro de los objetivos, se encontraba desde un inicio participar en eventos para dinamizar el semillero y sus resultados, es así que, en el mes de agosto, se realizó la inscripción en el torneo nacional Ruta STEM 2022 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia – MINTIC para la postulación de proyectos educativos enfocados en la metodología STEM.

Tras la valoración del proyecto, pasamos a la fase departamental entre 5 finalistas quedando el Semillero como representante del departamento ante el torneo. Ya en la fase nacional, se logró clasificar entre los 20 mejores entre las 312 propuestas. La presentación en la capital del país permitió socializar el semillero y un poco del trabajo realizado, se presentó 3 proyectos de Arduino por 2 estudiantes ponentes y 1 tutor del semillero que valieron para ser seleccionados como uno de los 12 mejores del país generando varios reconocimientos y premios por el trabajo realizado con Robótica Educativa.

### **Publicaciones del semillero**

Se invita al lector, si desea acceder a todo el contenido de la revista digital, consultar el siguiente enlace: <http://colegiomusicalbritanico.edu.co/Britabot/mobile/index.html>

Asimismo, en dicha página web se encuentra un espacio dedicado exclusivamente al semillero, como uno de los proyectos extracurriculares de aprovechamiento del tiempo libre de la Institución Educativa, pues si bien se ha gestado por el ánimo de los tutores, sin el colegio y su apoyo no habría sido posible. Se invita al lector a conocer este espacio en el siguiente enlace: <http://colegiomusicalbritanico.edu.co/semillero22.html>

El sentimiento de orgullo tras representar a esta región en un evento nacional y poder traer este reconocimiento que postula a Nariño como un territorio donde se construyen espacios de aprendizaje de avanzada en ciencia y tecnología fue reconocido por medios de comunicación como el programa "Vive la Mañana" y el canal CNC, canal regional, donde el semillero fue invitado especial para compartir un poco de su trabajo, la convocatoria del Ministerio y los logros alcanzados.

Gracias al reconocimiento nacional que obtuvo el proyecto, medios como Página 10 con más de 60.000 seguidores publicaron el logro del semillero como una de las noticias para destacar. La publicación se encuentra en el enlace: <https://pagina10.com/web/semillero-de-robotica-del-colegio-musical-britanico-de-pasto-gano-reconocimiento-nacional/>

Finalmente, este logro también invitó a realizar una publicación multimedia para la comunidad adscrita a las redes sociales de la Institución Educativa, la cual se subió al portal de YouTube como parte del repositorio de este proyecto, enlace: <https://youtu.be/DT8LIZvCWgI>

## Discusión

Es importante reconocer que existen diversas opiniones y estudios positivos sobre la efectividad del enfoque STEAM como metodología aplicada en estudiantes de educación básica y media, que asumen que el estudio interdisciplinario en conexión con la aplicación al mundo real, provee diversas fortalezas al enfoque que distan del uso de las técnicas tradicionales de educación y aprendizaje, afirmaciones también encontradas en la publicación de un estudio en la revista International Journal of STEM Education en 2020, cuyos autores encontraron que los estudiantes que trabajaron metodología STEAM tenían mejor apropiación de conceptos, capacidad de aplicación de aprendizajes e interés en las áreas involucradas. Este estudio es coherente con el resultado de la presente investigación que encontró un incremento en el desarrollo de las habilidades del enfoque STEAM como efecto de la aplicación de esta metodología, habilidades como el pensamiento computacional, trabajo en equipo, creatividad e innovación, entre otras.

Estas habilidades y otras desarrolladas en BRITABOT se encontraron en otras investigaciones que usaron este enfoque, una de ellas la del New York Institute of Technology y el College of Engineering & Computers Sciences con la implementación de los clubes de robótica en las secundarias de Hempstead, quienes trabajaron con E.R.R.S.E.L.A (ETIC Research Robot for Student Engagement & Learning Activities), un robot creado por el PhD Michael Nizich y que podía ser programado remotamente por los estudiantes a través de la plataforma Zoom debido a la pandemia y con el cual sin conocimientos previos de codificación lograron generar habilidades en pensamiento crítico, resolución de conflictos y diseño innovador, todo a través de la metodología STEAM, mientras que otra investigación como la del semillero "Innovantes Natos" del Colegio Las Américas en la ciudad de Bogotá, aplicaron este enfoque para las soluciones de problemas del entorno con el uso de tecnología a través de la mecánica, la informática, la electrónica y el diseño, todo mediado por STEAM y que les ha valido posiciones de honor ante el IDEP (Instituto para la Investigación Educativa y el desarrollo Pedagógico), demostrando que la correcta

incorporación de este enfoque si permite llegar a resultados visibles tales como los encontrados en la investigación que presenta este artículo.

Es importante tener presente que el resultado de la aplicación del enfoque STEAM en BRITABOT llevó al semillero a participar en el Torneo STEAM 2022 del MINTIC (Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones) que buscaba proyectos con la incorporación de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas; espacio donde la propuesta y trabajo del semillero lo ubicó como uno de los 12 mejores proyectos de Colombia dentro del torneo.

Estos resultados en aprendizaje se alinean con los propósitos del MINTIC y el MEN (Ministerio de Educación Nacional) en procurar contribuir a desarrollar habilidades del Siglo XXI tales como el pensamiento crítico y computacional, la creatividad y la resolución de problemas a través del uso y apropiación de ciencia y tecnología y que para avanzar en ese propósito se buscó por parte de estas entidades la conformación de un banco de docentes elegibles del sector oficial y privado con el fin de capacitarlos en el enfoque educativo STEAM para vincularlos en la transformación de la praxis educativa aplicando nuevas metodologías.

La estrategia del MINTIC y el MEN concuerdan con lo mencionado por un estudio publicado en el Journal of Educational Psychology en 2021 el cual encontró que la efectividad del enfoque STEM depende en gran medida de la capacidad del profesorado para integrar las disciplinas STEM de manera efectiva en el aula y de la habilidad de los estudiantes para transferir lo aprendido a nuevas situaciones.

En resumen, si bien existen diversas evidencias y estudios de la efectividad y fortalezas del enfoque STEAM como metodología activa en la generación de nuevos aprendizajes aplicados al contexto, tal efectividad solo es posible si existen docentes capacitados y motivados por un cambio de paradigma educativo que promuevan una formación adaptada a las actuales necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

## **Conclusiones**

Este proyecto encontró tras realizar un sondeo con la aplicación de fichas de caracterización a la población objeto de estudio que los semilleros pertenecientes al estrato socioeconómico 1, 2 y 3 catalogados como estratos bajo, medio-bajo y medio respectivamente, presentaron conocimientos previos sobre las temáticas de Robótica Educativa, tecnología e innovación que sugieren que su nivel de percepción y apropiación sobre las temáticas a abordar por el semillero fueron de acceso previo dejando en claro la posibilidad de los estudiantes con menos recursos de acceder a contenidos de orden tecnológico de avanzada eliminando un posible sesgo ideológico frente a los estudiantes con mejores recursos y posibilidades respecto del acceso a tecnología.

El proyecto tuvo como objetivo potencializar las habilidades de los estudiantes integrantes del Semillero a través del uso de la Robótica Educativa. Este objetivo fue conseguido gracias a la incorporación del Semillero de Robótica Educativa basado en ciencia y tecnología justificando que el uso de estos espacios de creación y modelado de conocimientos permiten a los estudiantes mejorar las competencias y habilidades lideradas por las metodologías activas.

En la conformación del Semillero de Robótica Educativa se incluyeron tres docentes de la Institución Educativa como participantes en el proceso formativo de este estudio quienes buscaron usar este espacio para la actualización y transformación de sus currículos académicos dentro del aula de clase. Los resultados que arrojaron las encuestas aplicadas a los docentes revelaron que el proceso de enseñanza-aprendizaje del Semillero si generó

cambios en la praxis educativa dejando un marcado interés y motivación por incluir temáticas y prácticas de orden tecnológico, así como la incorporación de nuevas estrategias pedagógicas basadas en las metodologías activas.

Tras el análisis de las matrices de evaluación en paralelo con las actividades desarrolladas se evidenció que la robótica educativa como eje de formación a partir del uso de las competencias STEAM consiguió incorporar temáticas de áreas académicas como ciencias, matemáticas y tecnología, áreas incluidas en los proyectos desarrollados como parte de la guía curricular planteada, que el uso y aplicación de contenidos de orden multidisciplinario permitió a los estudiantes del semillero mejorar sus niveles académicos en las clases regulares gracias a los incentivos y la exposición de conocimientos en clases vistos durante el semillero. También se tiene en cuenta la aplicación de los aprendizajes y competencias de los estudiantes visibles en proyectos de ciencias en la Institución, lo expuesto anteriormente prueba que el proceso de formación en Robótica Educativa impactó positivamente en la academia de los participantes del proyecto en las diferentes áreas involucradas en el trabajo.

El trabajo demostró, tras el análisis de las matrices de evaluación de habilidades y valoración de productos entregables, que el estudiante semillerista logró construir su aprendizaje mediado por nociones básicas de temáticas asociadas a la Robótica Educativa, adoptando el enfoque pedagógico del constructivismo a través del trabajo en equipo, interacción social y la comunicación asertiva para enfrentar cada uno de los retos educativos propuestos en el Semillero.

Los resultados obtenidos por el semillero en materia de productos entregables y competencias generadas evidenciaron que la aplicación de la estrategia educativa de la guía curricular previamente diseñada fue efectiva en el desarrollo de las sesiones de clase gracias a la organización de los temas, objetivos, recursos físicos, metodológicos, tiempo de ejecución y aprendizajes esperados.

Los datos que arrojó este proceso investigativo fueron fundamentales para concluir que las competencias STEAM permiten desarrollar dimensiones propias de este enfoque como la obtención y tratamiento de la información, el pensamiento computacional, el pensamiento lógico, el pensamiento sistémico y el proceso de resolución de problemas desarrollados mediante aplicativos como Scratch, MBlock, MBot Simulator, TinkerCad y la plataforma de Arduino a través de diversos lenguajes de programación.

Tras el desarrollo de la guía curricular planteada dentro del enfoque STEAM y la participación en el Ruta STEM 2022, se encontró que el esquema de conocimientos aplicados en el Torneo permitió obtener reconocimiento regional y nacional al Semillero de Robótica Educativa apoyado en Ciencia y Tecnología "Britabot" por haber sido escogido como uno de los 12 mejores proyectos del País gracias al fomento de las habilidades del Siglo XXI en su quehacer formativo.

La creación y publicación de la Revista Digital alojada en la página web institucional como estrategia de socialización de la propuesta educativa generó una mayor difusión de las prácticas, logros y reconocimientos del Semillero de Robótica Educativa y representó una mayor acogida para el año 2023 en el inicio de una nueva etapa con el Semillero, demostrando que la exposición de las actividades y méritos de este espacio de aprendizajes fueron de interés para la comunidad educativa interna y externa.

Tras la finalización del ciclo de trabajo, se pudo observar en varios estudiantes la motivación e interés por continuar como opción profesional con estudios de orden tecnológico, dejando como muestra de ello la elección de ingeniería electrónica por parte de una semillerista de

grado 11º, la adquisición de un kit de programación por parte de un estudiante de grado 5º y el interés de ser programador de un estudiante de grado 6º que como parte del grupo muestral son representaciones visibles de los alcances del estudio y de la efectividad de la propuesta formativa del Semillero.

Se puede concluir que el uso del constructivismo como parte de las metodologías activas de aprendizaje usadas en este proyecto, permite a los estudiantes acceder al conocimiento de una manera dinámica y motivadora promoviendo mejores actitudes y desempeños.

## **Recomendaciones**

Después de la conformación del Equipo de trabajo del Semillero de Robótica Educativa apoyado en ciencia y tecnología, su trabajo y reconocimientos, se solicitó por parte de los padres de familia, directivas de la Institución Educativa y estudiantes continuar con este proceso formativo durante el próximo año escolar.

Incluir en la parte presupuestal de la Institución Educativa la compra de materiales y dispositivos electrónicos, digitales e inteligentes para el futuro desarrollo de las prácticas del Semillero de Robótica Educativa.

Buscar convenios con entidades públicas y privadas que fomenten el trabajo con Robótica Educativa y la aplicación de ciencia y tecnología para el desarrollo de proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Invitar a la totalidad de la planta docente del Colegio Musical Británico para hacer parte del Semillero de Robótica Educativa y así logren la aprehensión de nuevos conocimientos en temáticas relacionadas con Robótica Educativa y generar nuevas prácticas educativas y transformación de sus currículos académicos.

Continuar en la búsqueda de convocatorias de formación y competencias en Robótica Educativa por parte de entidades gubernamentales o privadas para que los semilleristas afiancen su conocimiento y puedan obtener recursos tecnológicos para el trabajo al interior del Colegio Musical Británico.

Buscar la vinculación del Semillero de Robótica Educativa apoyado en Ciencia y Tecnología en la RedCOLSI (Fundación Red Colombiana de Semilleros de Investigación).

## **Conflicto de interés**

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses y no tuvieron ningún tipo de financiación sobre el trabajo presentado.

## **Referencias**

Cabero, J. y Martínez, A. (2019). Las tecnologías de la Información y Comunicación y la formación inicial de los docentes. Modelos y competencias digitales. Profesorado. Revista de Currículum y Formación del profesorado, 23(3), 47-268. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9421>

Carmona, B. (2017). SECUENCIAS DIDÁCTICAS COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE COLECTIVO PARA FORTALECER EL PENSAMIENTO ESPACIAL EN LOS NIÑOS DE GRADO

TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EVARISTO GARCÍA. [Tesis de maestría, Universidad Icesi de Cali]. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/10596/>

Celis Cuervo, D. A. & González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279–302. Recuperado de: <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>

Farias, L. B. (2020). Implementación de las TIC's para favorecer los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de 3° año del CB. [Tesis de pregrado, Universidad Siglo 21]. Universidad Siglo 21. Recuperado de: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/25773>

LaCosse, J., Murphy, M. C., García, J. A., & Zirkel, S. (2021). The role of STEM professors' mindset beliefs on students' anticipated psychological experiences and course interest. *Journal of Educational Psychology*, 113(5), 949–971.

Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. et al. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *IJ STEM Ed* 7, 11.

Martínez Cardozo, C. (2021). Viabilidad para la creación de una empresa de actividades extracurriculares para niños: Metodología STEAM. Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10614/13332>

Moreno, P. R. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista electrónica Dialnet*, 7(14), 260-270. Recuperado de: [doi: https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022](https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022)

Olivares Carmona, K., Angulo Armenta, D., Prieto Méndez, D. y Torres Gastelú, D. (2018). EDUCATIC: implementación de una estrategia tecnoeducativa para la formación de la competencia digital universitaria. *Píxel-Bit*, 53, 27-40. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.02>

Piaget, J. (1980). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel.

Quintero, J., Munévar, R. y Munevar, F. (2008). Semilleros de Investigación: Una estrategia para la formación de Investigadores. *Educ.Educ*, 11(1), 31-42.

Reinking, A. & Martin, B. (2018). The gender gap in STEM fields: Theories, movements, and ideas to engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148-153. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.271>

Sáez López, José Manuel; Cózar Gutiérrez, Ramón. «Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria». *Educar*, [en línea], 2017, Vol. 53, n.º 1, pp. 129-46. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Educar/article/view/317274>

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura Maker. *Padres y maestros*, 379, 45-51. DOI: 10.14422/pym.i379.y2019.008

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura Maker. *Padres y maestros*, 379, 45-51. DOI: 10.14422/pym.i379.y2019.008

Santillán Aguirre, J. P., Cadena Vaca, V. del C., & Cadena Vaca, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>

Santillán Aguirre, J. P., Cadena Vaca, V. del C., & Cadena Vaca, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>

Suarez, P. M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción

Sunkel et al. (2013). CEPAL La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe Una mirada multidimensional. pp. 71-73

Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Ediciones Fausto.

## **Contribución**

Todos los autores participaron en la elaboración del manuscrito, lo leyeron y aprobaron.