

**La robótica como mecanismo de enseñanza en la escuela a través de un ambiente E-learning y
TinkerCAD.**

Jerson Alfonso Escobar Márquez

Asesor:
Juan Fernando Olaya

Trabajo de grado para obtener el título de:
Especialista en Tecnologías de la información aplicadas a la educación

Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá- Colombia
2021

Cod: 2020295106
Correo: jescobarm@upn.edu.co

Agradecimientos.

Agradezco a mi asesor por toda la orientación que me ha brindado para desarrollar esta investigación, a mi pareja quien siempre ha estado a mi lado apoyándome continuamente, a mi familia quien siempre ha estado allí animándome a comprometerme con la educación.

Contenido

RESUMEN.	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	5
Sobre la Tecnología.	5
La robótica en Colombia 6	6
Robótica y educación 7	7
ANTECEDENTES.	10
MARCO TEÓRICO.....	22
Tecnologías de información y comunicación (TIC).....	22
Robótica Escolar 22	22
La educación STEAM.	25
OBJETIVOS 26	26
Objetivo General.	26
Objetivo Específicos.	26
METODOLOGÍA.....	26
Población y técnica para la recolección de información.....	29
Cronograma.....	30
RESULTADOS.	30
Resultados Obtenidos:	30
1. Diseño y desarrollo de la herramienta Virtual.	30
1.2) Dimensión de técnica:.....	32
2. Resultados de la implementación de la herramienta virtual de aprendizaje.	42
Análisis de resultados.....	50
CONCLUSIONES.	52
ANEXOS 54	54
BIBLIOGRAFÍA.....	56

RESUMEN.

El presente documento describe un proyecto práctico-investigativo que pretende reconfigurar el lugar de la robótica en el ámbito educativo como alternativa para integrar diferentes áreas de conocimiento: matemáticas, ciencias, informática y electrónica en la enseñanza de la robótica escolar por medio de la metodología STEAM (Science, Technology , Engineering y Mathematics), (Yakman, 2008).

El objetivo principal de este proyecto se fundamenta en promover la interdisciplinariedad en la enseñanza y aprendizaje de la robótica en la escuela, estableciendo su aplicación en diferentes contextos, lo que supone una propuesta innovadora para la educación en Colombia, así como para el campo de la robótica en Latinoamérica.

En la implementación de la robótica escolar es importante contar con Kits de componentes electrónicos y/o laboratorios que permiten la práctica y aplicación de conceptos, no obstante, no todos los centros educativos cuentan con estos espacios o con los instrumentos apropiados para ejercer la robótica escolar de forma apropiada.

Debido a esta razón el proyecto se basa en implementar el simulador de circuitos (TINKERCAD)¹ en el diseño de una herramienta virtual de aprendizaje de modalidad E-Learning desarrollada en EXE-LEARNING.

¹ El uso del simulador será hipervinculado a la herramienta virtual del aprendizaje, debido a que no es posible incrustar ni crear un simulador dentro del mismo ambiente.

En cuanto al desarrollo de la propuesta de investigación incluye un rastreo conceptual que abarca las nociones; TIC 's desde la perspectiva STEAM y robótica escolar; en relación con el campo educativo actual. Respecto a la recolección de información sobre los hallazgos de investigación, se realizará un Grupo focal el cual incluirá la implementación de una medición pretest y postest que indaga las siguientes categorías:

- 1) El componente educativo de la herramienta: centrado en desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- 2) El factor técnico de la herramienta: centrado en medir la interacción entre entorno-usuario, usabilidad y operatividad.

Además, se recopilarán datos sobre la interacción que tienen los estudiantes con el ambiente y el potencial educativo que pueda desarrollar la herramienta virtual en el proceso de aprendizaje de la robótica.

La herramienta virtual propende el promover la adquisición de aprendizajes significativos a partir del diseño, desarrollo y aplicación de las TICS en la educación en nuestro país, lo que representa nuevos horizontes para los procesos pedagógicos y educativos tradicionales.

Se espera que este proyecto se sitúe como posibilidad de diversificación de la robótica escolar en la educación, como un saber-herramienta intrínseco en la relación entre la educación y el desarrollo científico y tecnológico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Sobre la Tecnología.

La tecnología ha influenciado la transformación del ser humano a través de técnicas que le han permitido adaptarse a los diferentes fenómenos que han determinado su supervivencia, lo que ubica al desarrollo tecnológico como precursor del desarrollo social, cultural y económico.

García et al (2001) mencionan el desarrollo cognitivo como consecuencia del desarrollo tecnológico debido al ciclo que existe entre la necesidad, la técnica y la satisfacción;

[...]la vida humana, a diferencia de la de los demás animales, no está determinada y limitada por los condicionantes ambientales a los que cada especie se halla adaptada. Lo propio de la especie humana es la continua readaptación a cualquier condición ambiental mediante la

construcción técnica de artefactos y productos que permiten que su vida sea posible en todos los lugares del planeta, e incluso fuera de él. (p, 36).

Al referirse a la tecnología es necesario considerar que ésta se compone del uso del conocimiento científico, de la implementación de habilidades técnicas y de la aplicación de diversos sistemas que permiten solucionar problemas.

A lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico ha sido objeto de diferentes implementaciones que responden a los imperantes sociales. Por esta razón, sucesos como las guerras han promovido la creación de artefactos tecnológicos diseñados para la confrontación bélica, tal como; la implementación de la química para la creación de bombas, el uso de la biología para la creación y modificación de virus, el uso de la física para la creación de armamento y la creación de artefactos que desencadenan grandes cantidades de residuos contaminantes o productos tecnológicos que han dividido la sociedad.

Actualmente, las TICS y el uso masivo del ciberespacio han contribuido en permitir la difusión de todo tipo de contenido, lo que ha puesto en debate su utilidad al servicio del bienestar humano.

En este punto resulta fundamental pensar la dimensión ética de la tecnología como parte primordial en su implementación. Pues tal como lo establece el Ministerio de Educación Nacional colombiano (MEN) a través de la Guía 30 (2008) la tecnología como una actividad humana busca resolver los problemas y/o necesidades individuales y sociales. De allí, que suscitar el uso de la tecnología para promover el desarrollo y bienestar de la sociedad se plantea hoy como una necesidad.

La robótica en Colombia

Báez (2013), señala que las principales dificultades para el desarrollo de la robótica en Colombia obedecen principalmente a factores como la carencia de políticas por parte los entes responsables de la administración pública de recursos, la ausencia de inversión privada para la adquisición de materiales especializados, la desarticulación en la producción de conocimiento en tecnología y robótica por parte de las instituciones y comunidades científicas que trabajan en estas áreas y las pocas investigaciones de alto nivel, sumado a los pocos programas de doctorado afines con robótica en el país.

No obstante, el autor señala que, si bien, nuestro país presenta dificultades para el desarrollo en este campo, se ha logrado avances significativos:

Los esfuerzos de muchos grupos de investigación nacionales en el campo de la robótica han generado grandes resultados de desarrollo; logrando estar a un alto nivel latinoamericano, [...] En consecuencia, la investigación en robótica ha presentado un aumento significativo en la producción de conocimiento y se espera que esta producción siga en aumento. Báez (2013)

El autor refiere, que conquistar nuevos logros en el área de la robótica para nuestro país implica consolidar un gremio investigativo orientado a desarrollar líneas de investigación comunes que se enfoquen en las problemáticas de nuestro contexto, y señala como requerimiento el desarrollo de una política que permita lograr estos objetivos.

Así entonces, consolidar la robótica como área de innovación científica y tecnológica en nuestro país es un reto que requiere de una mayor incursión de esta área en todos los espacios de producción de conocimiento. Frente a esto, emerge el interrogante por las posibilidades, dificultades y retos de la robótica en el sistema educativo colombiano.

Robótica y educación

Gómez (2019), señala en una entrevista para el programa *Punto Crítico*² la importancia de promover la incorporación del área de la robótica en todos los niveles de la educación en Colombia. Menciona, que en otros sistemas educativos la robótica es implementada en las escuelas desde los primeros años de escolaridad, mientras que en nuestro país es un área que generalmente tiene lugar en los niveles más altos del sistema educativo, incluyendo la educación universitaria, lo que representa a largo plazo un atraso en la producción de conocimiento científico y tecnológico en el país.

²Punto Crítico (mayo 30 de 2019) Desarrollo de la robótica en Colombia necesita más política pública, *UN Periódico Digital*. Recuperado de: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/desarrollo-de-la-robotica-en-colombia-necesita-mas-politica-publica/>

Por su parte, (en la misma entrevista para el programa **Punto Crítico**) Garzón (2019), directora del proyecto Steam Robotic de la Universidad Minuto de Dios (UNIMINUTO) resalta, entre otros aspectos, el potencial de la robótica educativa para promover mejores resultados de aprendizaje en contenidos teóricos y prácticos de diferentes asignaturas, mediante el desarrollo de artefactos o robots que den solución a problemáticas de la vida cotidiana y del entorno, a su vez, promueve la adquisición de competencias relacionadas con el trabajo en equipo, el pensamiento lógico-matemático, el liderazgo, entre otras.

Esto convierte a la robótica en una disciplina con múltiples potencialidades para el desarrollo cognitivo de los estudiantes, así como, una nueva perspectiva para la enseñanza y la investigación en el campo tecnológico.

Garzón (2019), concluye haciendo énfasis en la necesidad de una mayor promoción e implementación de la robótica educativa a partir de la promulgación de políticas públicas educativas que incorporen esta disciplina para la formación en ciencias básicas. Pues si bien, se han realizado esfuerzos mediante el desarrollo de proyectos e iniciativas por parte del Ministerio de Educación y otras entidades educativas, éstos se han desarrollado de manera aislada dejando en evidencia la necesidad de una mayor cobertura y acceso a la robótica para toda la población estudiantil.

Lo que puede evidenciarse en términos de calidad educativa en nuestro país. Un estudio efectuado por Borrero (2020), en el cual analiza los resultados de las pruebas PISA, establece que los promedios de estas pruebas en Colombia para los saberes de lectura, ciencias y matemáticas, entre el 2012 y 2018 ha quedado por debajo del promedio establecido por la OCDE.

Por otra parte, Fuentes (2019) establece que:

Actualmente, en los colegios oficiales de Bogotá existen cerca de 60 grupos de robótica escolar. En ellos se invita a los estudiantes a aplicar lo aprendido en clases de ciencia, matemáticas, tecnología, ingeniería, e incluso áreas como historia, idiomas o geografía (p. 3.)

Lo anterior, representa un avance para la incorporación de la robótica en la educación a nivel nacional, no obstante, este indicativo no cubre un gran porcentaje de los colegios en la ciudad y, en consecuencia, a pesar del avance en las iniciativas para la incorporación de la robótica en el contexto educativo, muchas instituciones educativas no cuentan con los recursos (materiales y humanos) para su implementación. Esto denota una brecha educativa, que segmenta el acceso a la robótica para algunos sectores.

Tal es el caso del colegio Gimnasio Campestre San Francisco de Sales (GCSFS desde ahora), esta institución prioriza enfoques educativos en su PEI tales como el bilingüismo y emprendimiento, lo cual ha dejado en un segundo plano la educación en robótica. Tomaremos como referente la experiencia pedagógica de la enseñanza de la robótica que se lleva a cabo en este colegio, particularmente, en los niveles de educación básica.

Atendiendo al caso del GCSFS, a la falta de una mayor inmersión de la cultura robótica a nivel escolar en Bogotá, la necesidad de la consolidación de un campo científico y tecnológico en el ámbito educativo en el país, la importancia de vincular áreas del conocimiento a través de estrategias que permitan potenciar los procesos de enseñanza- aprendizaje y la necesidad de mejorar la calidad los resultados de los porcentajes de las pruebas PISA en las áreas de ciencias y matemáticas, se plantea la creación de una herramienta de aprendizaje bajo el estilo E-Learning que permita a los estudiantes que no puedan tener acceso a un Kit de robótica la oportunidad de aprender desde la virtualidad y, a su vez, fortalecer los conocimientos de las áreas: ciencias naturales, informática y electrónica desde la robótica.

Pensando en el uso de las TIC's, la robótica, las ciencias Naturales y la capacidad que puede tener un estudiante para aprender, construir conocimiento a través de la experiencia, la exploración y el saber previo, se establece la orientación de la teoría Construccionalista de Papert, teniendo en cuenta la importancia de romper los esquemas tradicionales de enseñanza y permitiendo al estudiante aprender haciendo, en el cual el estudiante no solo aprende conceptos teóricos, también los vincula con sucesos del contexto real.

Solorzano (2009), citando a Papert (1999), establece que el mejor aprendizaje no deriva de encontrar las mejores formas de instrucción, sino de ofrecer al educando mejores oportunidades para construir.

Más adelante, en el mismo documento la autora menciona la importancia de proporcionar de mejores herramientas a los estudiantes, tomando como aliada la informática y permitir que las nuevas generaciones aprendan desde las TIC's y la cotidianidad, pero también involucra al docente en la tarea de diseñar e innovar herramientas que permitan fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En consecuencia, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el impacto de una herramienta virtual de aprendizaje implementada desde el aprendizaje activo, enfocada a la robótica escolar para la enseñanza de temáticas relacionadas con las áreas de ciencias naturales, informática y electrónica en estudiantes de grados quinto y sexto del GCSFS?

ANTECEDENTES.

Este apartado comprende el resultado de una revisión preliminar de trabajos de investigación sobre la robótica escolar, su estudio e implementación en diferentes contextos y enfoques educativos, con el fin de reconocer el panorama actual de la robótica escolar. Además, el presente apartado, pretende indagar sobre el lugar teórico de los siguientes conceptos: robótica escolar y TIC's.

Canu y Mariño (2017) realizaron un estudio en torno al impacto de la robótica en niños y jóvenes con problemas comportamentales, impulsividad y en situación de vulnerabilidad³. Mediante la elaboración de talleres de robótica basados en la metodología STEM y el uso de LEGO MINDSTORM. El estudio propuso generar un impacto positivo en los procesos de comunicación y conductas agresivas de los niños y jóvenes participantes.

Se apoyó en el instrumento “*Escala de Barrett*” que midió la agresividad y compulsividad en los niños y jóvenes. El test se realizó con 36 niños divididos en dos grupos, un grupo TALLER conformado por 6 niños que asistieron a los talleres, y otro grupo CONTROL, de los niños restantes y que no asistieron a los talleres. Como resultado se encontró que los niños del grupo TALLER, tras la realización del test Barrett no presentan cambios significativos con respecto a los niños del grupo CONTROL.

No obstante, esto no representa que el objetivo del estudio no tuviera resultados favorables, pues en el desarrollo de los proyectos los autores identificaron un cambio positivo en el comportamiento de los estudiantes durante la realización de los talleres de robótica, aspecto de orden cualitativo que no pudo ser medido mediante el test implementado.

A su vez, los autores concluyen en que se podría generar un resultado más contundente si se amplía la cantidad de personas que realizaran el test y si se utiliza una prueba más precisa.

Por su parte, Casadiegos y Mora (2020), diseñaron una actividad tecnológica escolar (ATE, desde ahora) que propone por medio de la robótica el desarrollo de habilidades del pensamiento

³ Estos niños y jóvenes habitan en zonas donde la violencia es frecuente. En la mayoría de casos tienen comportamientos agresivos con su familia, tienen un bajo nivel de escolaridad y muchas veces pertenecen a hogares monoparentales con métodos de crianza agresivos, factores que sitúan a esta población como vulnerable.

tecnológico en los estudiantes del Instituto Técnico Industrial el Palmar. Esto tras identificar la ausencia de estrategias pedagógicas y didácticas que incentivaran la interdisciplinariedad y el pensamiento tecnológico en el mencionado colegio.

La metodología de trabajo se dividió en 5 fases, (interpretar, definir, argumentar, presentación de la propuesta y elaboración de la ATE). El diseño de la ATE se realizó bajo modelos pedagógicos constructivistas⁴ y la robótica BEAM la cual incorpora la biología, la electrónica, el arte y la mecánica.

Las autoras proponen implementar la actividad con estudiantes de grado noveno y décimo haciendo uso de materiales reutilizables. La evaluación de la ATE se propone de forma cualitativa dentro del mismo desarrollo de la actividad. Es importante señalar que si bien la actividad se lanzó como propuesta para trabajo de grado, no logró ser implementada, por consiguiente, no ha sido posible rastrear su impacto.

Por otro lado, Ortega y Téllez (2018) desarrollaron un entorno pedagógico para la enseñanza de contenidos en educación primaria mediante kits de robótica comercial. En un primer momento, los autores analizaron los índices de desempeño de las diferentes asignaturas en educación primaria respecto a sistemas estandarizados y avalados para la evaluación de desempeños⁵.

Con base a los resultados obtenidos, los autores centraron el diseño de su entorno pedagógico en la enseñanza -a través de la robótica- de contenidos relacionados con el área de matemáticas, área en la que se encontró el déficit más grande tras el análisis efectuado.

Para el desarrollo de la propuesta los autores diseñaron un conjunto de actividades que fueron implementadas de forma presencial y estuvieron acompañadas de guías didácticas (adaptadas al proyecto), a su vez, los kits usados en el entorno pedagógico pertenecen a la línea de productos LEGO MINDSTORM, específicamente, LEGO MINDSTORM y Kits EV3, atendiendo a lo anterior, las actividades estuvieron diseñadas de acuerdo con la usabilidad de estos kits.

⁴ Este tipo de modelo, entre otros factores, busca indagar en el conocimiento previo del estudiante y cambiar el rol de estudiante de pasivo a activo en la construcción de conocimiento.

⁵ Dentro de las cuales se tuvo en cuenta la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), en el cual se analizan las pruebas PISA y las pruebas SABER 2017.

El entorno fue evaluado a través de encuestas tipo Likert⁶, las preguntas de la encuesta estaban enfocadas a evaluar la plataforma en aspectos de: funcionamiento, atracción- motivación al proceso de enseñanza-aprendizaje, niveles de aprendizaje (al utilizar el entorno) e impacto del entorno en la enseñanza del área de matemáticas, por lo que se encuestaron además a los docentes participantes.

Esto permitió a los autores identificar resultados positivos respecto a los factores evaluados, estableciendo que el entorno es una herramienta didáctica que permite en gran medida al docente facilitar y dinamizar las formas de enseñanza. Concluyen señalando que es importante implementar la robótica escolar en procesos de enseñanza-aprendizaje desde diferentes áreas haciendo uso de modelos pedagógicos que rompan los paradigmas de la educación tradicional.

Zambrano (2017), en su proyecto “Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva”, busca fortalecer el proceso de enseñanza -aprendizaje de las matemáticas en la institución Tecnoacademia de Neiva, tras identificar el desinterés sobre el área por parte de los aprendices. Su propuesta busca desarrollar procesos pedagógicos de aprendizaje en el área de matemáticas mediante metodologías STEAM.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo-descriptivo experimental-longitudinal, el cual buscaba analizar y evaluar los procesos de enseñanza-aprendizaje. El análisis se desarrolló en dos fases, la primera fase consistió en identificar los conocimientos que tenían los aprendices de ciencias básicas del área de matemática aplicada, con el fin de identificar las temáticas que se implementarían a través de STEAM y la implementación de “diseño de prototipos robóticos” como estrategia pedagógica.

En la segunda fase se buscaba analizar los resultados obtenidos e identificar el impacto de las estrategias STEAM y la robótica como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de las matemáticas. Los resultados obtenidos de la implementación del proyecto y el análisis realizado previo a ésta, permitieron identificar que los docentes de los cursos evaluados no implementan estrategias pedagógicas innovadoras, ni hacen uso de las TIC´s para la enseñanza de las matemáticas, a su vez, los estudiantes refieren una desarticulación entre las matemáticas y su uso en la vida

⁶ Debido a que la población era estudiantes de básica primaria, los parámetros de la encuesta fueron cambiados por 5 emoticones con diferentes gestos, que representan sentimientos y varían desde la felicidad hasta la tristeza.

cotidiana, lo que genera un bajo interés sobre la asignatura. En el mismo estudio se establece que el 94% de los estudiantes muestra interés de aprender matemática a través de la robótica.

Además señala que utilizar tecnología en el aula, permite generar experiencias más sencillas y agradables lo que reduce el temor al aprendizaje de las matemáticas. También da claridad sobre el rol del maestro como guía y orientador de las actividades de clase y como ente de control ante el desarrollo de la misma, pues el uso de computadores y tecnología por un lado promueven el aprendizaje significativo motivando a los estudiantes, pero también se pueden convertir en distractores.

La autora concluye su investigación afirmando la importancia de usar la robótica en el aula como estrategia, afirmando que a través de ésta se ha logrado promover activamente los procesos de enseñanza-aprendizaje, no solo correspondiendo al aprendizaje significativo, sino además, hacia la construcción de valores, la comunicación y el trabajo en equipo.

Pardo, Quiroga y Vanegas (2020) en el artículo “Una estrategia metodológica para la enseñanza de la robótica en la primera infancia”, describen la experiencia obtenida tras implementar talleres de acercamiento a la robótica en cursos de preescolar, primero y segundo de primaria, articulando a través del juego conceptos de electrónica, ciencias e informática.

El propósito de la estrategia consiste en fortalecer el proceso de aprendizaje en los estudiantes a través de su interacción con los sistemas de robots. La experiencia fue creada bajo modalidad B-learning, utilizando la plataforma Moodle como entorno. Además, se programaron encuentros presenciales en los que se implementó la filosofía “aprender haciendo”. La cual se enfoca en construir y trabajar en grupo para lograr objetivos individuales.

Los talleres se enfocaron hacia las ciencias naturales y el cuidado del medio ambiente a través del uso de materiales reciclables para la construcción de prototipos robóticos, implementando talleres muy sencillos con componentes básicos.

Las autoras concluyen que a medida que se desciende de curso o nivel educativo para implementar proyectos relacionados con robótica es común encontrar pocas experiencias referentes de trabajos con robótica en el aula.

Lo que deja en evidencia la necesidad de diseñar e implementar proyectos con robótica educativa en cursos de primaria, permitiendo a los estudiantes aprender a través de nuevas experiencias y fortalecer la creación de este tipo de proyectos.

Guzmán, Higuera y Rojas (2019), implementan la metodología STEAM y el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza de la física mediante arduino, los autores identifican como limitante la falta de aulas para la enseñanza y el aprendizaje de la física, pues los conceptos quedan en la teoría y la comprensión de los fenómenos físicos desde la experimentación no se lleva a cabo, lo que genera un desinterés hacia la asignatura por parte de los estudiantes.

La iniciativa de los autores consiste en unir la estrategia STEAM y el ABP, implementando plataformas como Geogebra, Maya, Sketchup y TinkerCAD. El objetivo de la actividad planteada consistió en diseñar un mecanismo que pudiera registrar los datos de movimiento y velocidad a partir de sensores en arduino, para lo que se hicieron diseños de una estructura de prueba en MAYa y Sketchup, simulaciones en tinkerCAD y posteriormente el ejercicio se llevó a la materialización.

Los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes han desarrollado mejores hábitos de estudio, adquiriendo mayor disciplina y mostrando interés por el proyecto. Los autores infieren que se obtienen aprendizajes mucho más significativos con el uso de esta metodología, pues se enfoca en la comprensión conceptual de los fenómenos. Además señalan que la implementación de la metodología STEAM y la robótica puede aplicarse no sólo para la enseñanza de la física sino también de las ciencias en general.

Arango, Branch y Jiménez (2019) en su proyecto *“Apropiación social de la ciencia y la tecnología a través de una iniciativa de intervención e inclusión educativa de niños y adolescentes de territorios vulnerables de la minería usando la robótica como una alternativa para la construcción de paz”*, implementan una metodología que se dividió en dos fases, una primera fase que consta del diseño y construcción de un prototipo robótico teniendo en cuenta las necesidades y características de la comunidad. Una segunda fase se encargó de intervenir en el territorio en el cual se implementó el proyecto, el cual contó con los prototipos de robot, los cuales sirvieron como iniciativa de comunicación y discusión para el desarrollo de talleres con los niños de la comunidad. Este primer paso de la intervención permitió que los sujetos presentes pudieran observar, analizar y poder representar e identificar algunos conceptos para asimilarlos con la naturaleza y el entorno, de esta manera, el comportamiento de los prototipos observados permitió abordar conceptos que fueron vinculados con contenidos de un currículo. Lo anterior, implicó que los investigadores implementaron la estrategia de aprendizaje basada en problemas. Para el cierre del proyecto, se realizaron contrastes entre formas de educación tradicional y las estrategias activas, además, se regalaron kits de robótica y libros orientadores, para que los docentes del territorio pudieran replicar la metodología con otros estudiantes.

El proyecto tuvo varios logros dentro de los cuales se evidenciaron la construcción del conocimiento, un impacto social positivo en las zonas afectadas, apropiación social de la ciencia-tecnología-innovación, el beneficio que tuvo la población con respecto a la participación en el proyecto lo que les permitió abordar nuevos caminos para la enseñanza-aprendizaje. Los autores en sus conclusiones establecen que la robótica como didáctica despierta la curiosidad, por lo que se recomienda no quedarse en una población característica, por el contrario debe migrar a nuevos escenarios, también hace una invitación a buscar estrategias activas que promuevan nuevas formas de relacionar procesos de enseñanza-aprendizaje y salir de los esquemas tradicionales de educación.

Farides, et al (2018) implementan las TIC's y la robótica escolar en 40 estudiantes IED Gabriel García Márquez del Municipio de Aracataca, el objetivo del estudio es generar una transformación social y educativa a través del aprendizaje en contexto.

Para el desarrollo del proyecto se establecen 5 momentos de ejecución en los cuales se establecen problemáticas basadas en la robótica educativa. Lo que llevó a los estudiantes a plantearse preguntas y realizar procesos de indagación bajo la orientación de un docente, posteriormente construyeron prototipos que brindaran resultados.

Como instrumento de recolección de información se utilizó un diario de campo en el cual se registraron los aspectos positivos y negativos que se iban evidenciando en el desarrollo del proyecto, además, se implementó un cuestionario a los estudiantes que participan en el proyecto para conocer sus opiniones respecto a la implementación de nuevas estrategias en el contexto educativo.

Los resultados muestran actitudes positivas por parte de los estudiantes frente a la implementación de nuevas estrategias en el contexto educativo. Los autores señalan que gracias a la robótica educativa y las TICs los estudiantes descubrieron nuevas habilidades de indagación y uso de la tecnología y afirmaron tener gusto por la investigación. Concluyen argumentando que el desarrollo de actividades que involucren la robótica educativa permite a los estudiantes el desarrollo de competencias para el uso apropiado de la tecnología en aras de la indagación y, a su vez, en la satisfacción de necesidades humanas, culturales, ambientales con propósitos éticos.

Barrera (2014) presenta una propuesta investigativa de corte cualitativo (investigación acción en aula) basada en la robótica educativa como estrategia didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje. Esta propuesta establece la creación de ambientes para la enseñanza compuestos por actividades orientadas a la elaboración de robots. Se utilizó la plataforma NXT V2.0-V1.0, el software NXT-G y conocimientos básicos en mecánica, trabajo eléctrico y programación.

En el desarrollo de la propuesta se realizaron pruebas piloto con 61 estudiantes de grados; primero, segundo y tercero, y con 27 estudiantes de grados; 4 y 5 de tres colegios de Boyacá⁷, tanto estudiantes como docentes participaron en las pruebas.

El autor establece tres categorías a través de entrevistas no estructuradas y observaciones participantes para el análisis de información correspondiente a las pruebas piloto; psicológica, intelectual y sociológica⁸. Como resultados Barrera (2014) señala que esta propuesta generó un impacto diferenciador en la práctica educativa de los colegios participantes, pues al implementar la tecnología y robótica desde actividades lúdico-prácticas fue posible generar acciones de aprendizaje significativo.

A su vez, el autor señala que la robótica educativa puede comprenderse como un mecanismo de andamiaje de conocimientos entre: la tecnología, las diversas áreas del saber y la resolución de problemáticas cotidianas. Además, resalta el valor de la praxis y la interacción social en la construcción del conocimiento, aspecto que la robótica educativa posibilita en gran medida.

Otro aspecto señalado por el autor se relaciona con el potencial didáctico de las actividades que incorporan robótica educativa en relación con la motivación, la sensibilización, la creatividad y promoción de un papel más activo en los estudiantes respecto a diferentes temáticas o contenidos. Como limitantes el autor señala el factor económico (que ocasionó que el trabajo de campo de la propuesta se realizará durante todo un año).

Corchuelo (2015), propone una serie de lineamientos para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en robótica a través de un estudio de experiencias desarrolladas en la educación básica en Colombia (en el aula, con docentes, de investigación, entre otros). Esto debido a la ausencia de estudios específicos que aborden el desarrollo de la robótica educativa.

Por esa razón, la autora establece las características y parámetros necesarios para el diseño de un ambiente enfocado a la enseñanza y aprendizaje de la robótica educativa. La autora argumenta la inexistencia de lineamientos o propuestas curriculares definidas que orienten el desarrollo de los ambientes requeridos para la educación en robótica.

⁷ Colegio Nacionalizado Lisandro Cely. Mongua, Boyacá. Institución Educativa Técnica Gustavo Jiménez, sede La Manga. Sogamoso, Boyacá. Colegio Gabriel Camargo Pérez. Sogamoso, Boyacá.

- 1) ⁸Psicológica, incluye las categorías: actitudinal, emocional y motivacional.
- 2) Intelectual, incluye las categorías: interpretativa, argumentativa y propositiva.
- 3) Sociológica, incluye las categorías: inclusiva y cooperativa.

En un estado del arte realizado dentro de la misma investigación se mencionan los robots educativos comerciales más usados en ambientes de aprendizaje, dentro de los cuales se encuentran: Bee-Bot, Lego wedo, Lego Mindstorms, Olo, Arduino, FischerTechnik, Bioloid Stem, Moway, Tetrix, Vex, Bioloid y Darwin-OP.

La investigación expresa como tres aspectos fundamentales para establecer los lineamientos para el diseño de ambientes:

- Establecer una población y sus características para diseñar el ambiente de forma apropiada.
- Implementar corrientes constructivistas bajo la premisa de construir para aprender, además de usar el aprendizaje basado en problemas.
- El uso de las TIC como herramienta, recurso y canal comunicativo.

Los lineamientos formulan como factores para el desarrollo de ambientes incorporar el trabajo en equipo por parte de los estudiantes, el desarrollo del pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades comunicativas.

En cuanto al rol del docente éste orienta los procesos de aprendizaje a través de las soluciones que establecen los estudiantes pues se implementa un aprendizaje basado en problemas.

La autora señala que el desarrollo de un ambiente debe basarse en 6 momentos: Conceptualización, Preparación, establecimiento de propósitos de formación, planteamiento de estrategias de evaluación, desarrollo y potencialidades de aprendizaje, por último, evaluación y proyectos de aprendizaje.

Se realizó un pilotaje en el IED José Francisco Socarras (BOSA) en el que los docentes implementaron los lineamientos propuestos por la autora con estudiantes de grado 11, el tipo de estudio fue de forma cualitativa y buscaba explorar, analizar y describir las dinámicas pedagógicas que los docentes usaban para el desarrollo de las actividades con base a los lineamientos.

Se utilizaron instrumentos como formularios, entrevistas semiestructuradas, grupos focales. Sin embargo, la validez de la propuesta requería que se implementara en diferentes instituciones de educación básica del país, por esa razón el análisis de datos y la información recogida contiene 57 experiencias, adicionales, de docentes que implementaron la robótica educativa desde los lineamientos de la autora en la educación básica del país.

El rastreo realizado durante la investigación muestra que algunos docentes se han enfocado en que los estudiantes aprendan los conceptos de la robótica y construyan prototipos, en otros casos se evidenció la integración de otras áreas como objetivo de aprendizaje a través de la robótica.

Además la autora identifica que las diferencias en las prácticas de robótica escolar varían porque en algunas instituciones educativas la robótica no está definida dentro de la malla curricular, sino que se encuentra implícita en otras asignaturas, como informática, tecnología o física.

Lo anterior demuestra la importancia de utilizar una orientación estandarizada que permita implementar la robótica escolar a través de estándares contextualizados y que respondan a las necesidades y exigencias educativas del actual sistema educativo nacional.

Alvarez, Rojas y Sánchez (2020), En el artículo “OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE PROTOTIPOS DE ROBÓTICA: ESTRATEGIA DIDÁCTICA ANTE EL COVID-19”, abordan la problemática que tienen varias instituciones educativas del país con respecto a la cuarentena presentada por la emisión del virus COVID 19, lo que ha generado consecuencias en las dinámicas de las instituciones educativas, el caso que presenta este artículo, muestra la imposibilidad de acceder a laboratorios físicos para el desarrollo de clases de tecnología y robótica para los estudiantes del colegio Colegio Atanasio Girardot –República Uruguay ubicado en la ciudad de Bogotá, el cual cuenta con líneas de profundización en los últimos grados, para este caso se hace referencia a la línea de profundización en ingeniería. Como solución se propuso implementar un objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el diseño y construcción de prototipos en robótica y realizar un pilotaje con 33 estudiantes.

El estudio se desarrolló bajo metodología de enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental organizada en 4 fases, realización de una prueba inicial de saberes; análisis, diseño y desarrollo del OVA; implementación y evaluación de saberes y percepción de los estudiantes; análisis y resultados.

Se utilizó la encuesta como herramienta de medición, como pretest y posttest, los temas abordados en el test fueron: programación, electrónica y dibujo técnico. Además se utilizó un segundo cuestionario basado en la escala de Likert para recoger datos según la percepción de los estudiantes, la encuesta evaluó temática, pertinencia y motivación. Los autores concluyen que los estudiantes lograron aprender los contenidos y solo se presentaron dificultades de aprendizaje en entornos virtuales el 12% de la población que hizo parte del estudio. Además, en la encuesta de percepción, ellos encontraron los contenidos de fácil comprensión, los proyectos mencionados como actividades internas del OVA se consideraron pertinentes e innovadores. Los autores también mencionan el logro

que tuvieron los estudiantes con ejercicios de reflexión de los propios conocimientos, lo cual les permitió aproximarse más al contexto de la vida real.

Teniendo en cuenta el éxito de la aplicación los autores en sus conclusiones se proponen implementar OVAs en otro tipo de profundizaciones del colegio para fortalecer la educación media de la institución, con el fin de hacer uso de las TIC's y metodologías que motiven a los estudiantes a aprender a través de la virtualidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede evidenciar el papel que juega el uso de herramientas digitales sobre la educación Básica y atendiendo a las puertas que deja abierto este estudio, se comprende una nueva ruta de la educación a través de la virtualidad, promoviendo la motivación por el aprendizaje, en este orden, también muestra la pertinencia de usar recursos digitales como herramienta para la enseñanza transformando las estrategias tradicionales en la educación.

Por su parte, Pérez (2021), en su investigación “Desarrollo de Competencias del Siglo XXI en el Área de Ciencias Naturales a través del Enfoque STEAM”, menciona la importancia de implementar experiencias STEAM en la educación básica secundaria, para la enseñanza de las ciencias naturales, con el objetivo de reducir la brecha entre la teoría y su relación con el contexto cotidiano en la enseñanza de asignaturas como la biología o la química.

La investigación se realizó a partir del enfoque cualitativo de forma inductiva con un componente de investigación documental, a su vez, la autora usa como referente para el desarrollo de la experiencia STEAM lineamientos establecidos por el ministerio de educación nacional que buscan promover competencias en ciencias naturales.

En la investigación se implementó dos instrumentos de medición, un cuestionario que consulta los saberes previos de los estudiantes y el registro de datos y documentación obtenida durante el desarrollo de la experiencia, lo que permite dar cuenta de los aprendizajes obtenidos.

La experiencia se implementó haciendo hincapié en una problemática particular, el aprendizaje activo y en las áreas propias del enfoque STEAM que empalman con los objetivos de enseñanza propuestos por la autora a partir de los siguientes contenidos:

- Ciencias Naturales: Sistemas del cuerpo humano.
- Matemáticas: Variables dependientes e independientes.
- Tecnología: Funcionamiento de artefactos para la medición de concentración de compuestos químicos que afectan la salud de los sistemas del cuerpo.

- Arte: Diseño de Lapbook con el contenido de afecciones al sistema del cuerpo humano.
- Ingeniería: Creación de prototipo para el cuidado de los sistemas del cuerpo. (En este la autora propone algunos ejemplos como guía).

Los resultados que se muestran en la investigación logran evidenciar el trabajo en equipo realizado por parte de los estudiantes en el cual a través del planteamiento de estrategias logran llegar a una solución y, a su vez, logran evidenciar un aprendizaje mediante la experimentación.

Se evidencia, además, el desarrollo de competencias cognitivas, tecnológicas, de manipulación de materiales, colaboración y comunicación. La autora menciona la importancia de la reflexión y el aprendizaje a partir del contexto real, no sólo desde el aspecto teórico, sino teniendo en cuenta el impacto que genera el uso de elementos y compuestos químicos.

La autora menciona la importancia de utilizar las estrategias STEAM en los procesos de enseñanza- aprendizaje, no sólo para desarrollar contenidos de forma inmediata, sino como un recurso o herramienta que puede ser usado en la vida laboral o profesional. Además, menciona el potencial que tiene el uso de STEAM como experiencia pedagógica, en la cual, el aprendizaje también fortalece la investigación y la resolución de preguntas y problemas, además, desde la perspectiva del docente, según la autora, STEAM también ofrece la posibilidad de resignificar las estrategias de enseñanza tradicionales.

Furci et al (2018), realizan un estudio en el que analizan la implementación de actividades experimentales realizadas por tres docentes de la Universidad Pedagógica Nacional de Argentina (UNPE) bajo el enfoque STEAM para la formación docente inicial y continua en el área de ciencias naturales (física, química y biología). Este estudio busca dar respuesta a los problemas representados en los procesos de integración curricular de las tecnologías digitales para la enseñanza de la física en Argentina.

Los investigadores identifican algunos problemas comunes en las formas tradicionales de formación (Cursos, talleres, seminarios, etc), tales como:

- Bajo nivel de atención por parte de los estudiantes hacia la asignatura.
- Formación desconectada de otros espacios académicos y del desempeño profesional.
- Enfoque que predomina hacia aspectos conceptuales de la ciencia junto con la carencia de habilidades comunicativas.
- Dificultades de integración de los contenidos con las tecnologías digitales.

La metodología tuvo un enfoque cualitativo, se realizó un seguimiento durante un cuatrimestre a los procesos de enseñanza de los profesores con los cuales se realizó el caso de estudio. Se analizó el desarrollo de las actividades de laboratorio propuestas a través STEAM y las TIC's mediadas por Arduino con el fin de identificar las capacidades cognitivas según la propuesta de cada profesor.

Los resultados del trabajo evidencian dificultades en aspectos tales como:

- Los costos que implican tener los equipos adecuados para la integración curricular.
- La escasa implementación de proyectos enfocados a la investigación escolar.
- Algunos problemas técnicos con los funcionamientos de la placa de Arduino.
- Carencia del conocimiento en el manejo de recursos tecnológicos.

Los autores concluyen que es posible implementar STEAM para promover la integración de saberes y contenidos educativos a partir de estrategias que involucren situaciones prácticas simuladas o del contexto real, pero que también aborde el trabajo colaborativo entre docentes para la creación e implementación de los contenidos. No obstante, lo anterior implica que la implementación de entornos y recursos apropiados para el desarrollo de propuestas STEAM basadas en TIC's, sin embargo, también implica especialistas o expertos en el dominio de los recursos y del contenido que se imparte a través de este tipo de propuestas.

Los estudios, anteriormente presentados, permiten dilucidar que en términos de implementación de la robótica escolar en diversos niveles y contextos de educación en Colombia, es frecuente encontrar que dicha implementación está sujeta a factores como lo son la adquisición y uso de materiales o/y kits físicos que en algunos casos tienen un coste elevado, lo que representa un limitante, además, es común que en los proyectos que incluyen la enseñanza mediante la robótica requieran de un acompañamiento constante por un docente experimentado en el tema.

Es frecuente además que las áreas relacionadas con la robótica sean áreas procedentes de las ciencias lo cual deja la pregunta por las posibilidades de la enseñanza mediante la robótica en otras áreas como las humanidades pues se evidencia su potencial en la formación.

Los estudios, a su vez, visibilizan la necesidad de fortalecer el campo investigativo y pedagógico respecto a la robótica escolar en el ámbito educativo, ya que la mayoría de estudios establecen a la robótica como parte de proyectos transversales y no como una herramienta articulada a las diferentes asignaturas, mallas curriculares o temas a enseñar. En contraste, los estudios, además,

permitieron reconocer favorablemente que la enseñanza mediante la robótica es una apuesta de gran impacto, flexibilidad e innovación ya que es factible su aplicación en poblaciones heterogéneas.

MARCO TEÓRICO.

Ahora bien, en lo que respecta al rastreo teórico, éste pretende conceptualizar, a grandes rasgos, las nociones: robótica escolar, TIC's desde la perspectiva STEAM y aprendizaje activo con el fin de comprender los factores que les dan cabida en el campo educativo.

Tecnologías de información y comunicación (TIC).

Según Belloch (2012), citando a Cabero (1998) establece que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), giran alrededor de tres elementos los cuales son: la informática, la electrónica y las telecomunicaciones, sin embargo estos elementos no se encuentran aislados unos de otros, por el contrario, los tres funcionan conectados entre sí, permitiendo de esta forma conseguir nuevas realidades comunicativas.

Además, el MinTic a través del Art. 6 Ley 1341 de 2009, define las TIC como el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes.

Robótica Escolar

La robótica escolar, o robótica educativa como se llama en algunos contextos, es una herramienta pedagógica que permite fortalecer y mejorar los procesos de aprendizaje a partir de la

experimentación, el desarrollo del pensamiento computacional y el uso de las TIC 's. tal como lo menciona Acuña (2009), citado en Barranco (2012):

Concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer robótica e involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos (p, 11).

Sin embargo, la enseñanza de la robótica no solo permite fundamentar sobre conceptos informáticos, pensamiento computacional, electrónica y tecnología, pues teniendo en cuenta la diversidad de saberes que incorpora la robótica y sus aplicaciones, es posible generar espacios en los cuales se implemente la interdisciplinariedad. Del Mar (2006) menciona que;

La robótica Pedagógica no intenta alfabetizar a los estudiantes en esta área de la robótica, sino aprovechar la multidisciplinariedad que la compone como ciencia, para activar procesos cognitivos que propicien un aprendizaje significativo; permitiendo de esta manera el desarrollo del pensamiento y un acercamiento provechoso al mundo de la ciencia y la tecnología (p, 6).

Esto genera la posibilidad de innovar en el aula a través de la robótica educativa y la integración de otras áreas del saber. Por otra parte, y de acuerdo con el planteamiento del problema y rastreo teórico-investigativo descritos en los apartados anteriores, se establecen los siguientes objetivos de investigación.

Construccionismo.

Se define el construccionismo como una teoría pedagógica que prioriza la construcción del conocimiento a través de las experiencias física, social y cultural en la cual se encuentre el estudiante, la teoría se basa en los estudios de Jean Piaget, mencionada y propuesta inicialmente por Seymour Papert, quien argumenta su teoría desde el impacto que tiene la relación entre las acciones del sujeto sobre el contexto y los efectos que tiene el contexto sobre el sujeto, permitiendo que el sujeto aprenda construyendo.

Obaya (2003) establece que “el construccionismo de Papert supone, por tanto, el concepto de aprender haciendo, pero también el de respetar los intereses y motivos propios de cada estudiante, así como su estilo de aprendizaje”.

Por ende, no solo es importante tener en cuenta la relación sujeto-contexto, también es importante tener en cuenta el estilo de aprendizaje de cada persona y sus capacidades de construcción del conocimiento, por esta razón, cuando se habla de implementar una herramienta educativa bajo el modelo constructorista, es importante mantener un diseño intuitivo, flexible para diferentes estilos de aprendizaje, en los cuales se establezca la importancia del concepto usabilidad⁹ vinculada a los procesos de aprendizaje desde la virtualidad.

Aprendizaje Activo.

A través de investigaciones sobre la pedagogía, sus métodos, el desarrollo del conocimiento visto desde factores socio-culturales, intrapersonales e interpersonales, se han planteado nuevas formas de enseñar y de aprender. El aprendizaje activo, producto de teorías constructivistas, se centran en el estudiante y se enfoca en fortalecer el conocimiento a través de la reflexión, la cual se puede obtener por medio de experiencias en la cual el estudiante utiliza su conocimiento para resolver problemas del contexto real, pero, ¿de qué forma lo hace? Su enfoque consiste no sólo en resolver un problema de la vida cotidiana, además, involucra al estudiante en un proceso reflexivo sobre el pensarse diferentes propuestas para resolución de problemas mediante la observación y análisis desde varias perspectivas, también se desarrolla la habilidad de pensar en lo que implica solucionar un problema de una u otra forma.

Restrepo y Waks (2018) citando a (Bonwell y Eison (1991), establecen qué el aprendizaje activo “consiste en utilizar técnicas de instrucción que involucren a l@s estudiantes en el proceso de su propio aprendizaje a través de actividades como escribir, leer, hablar, discutir, investigar, manipular materiales, realizar observaciones, recopilar y analizar datos, sintetizar o evaluar elementos relacionados con el contenido tratado en el aula, entre otros aspectos...” (p, 4).

De esta forma, es posible asumir que el proceso de aprendizaje del estudiante bajo el concepto de aprendizaje activo se ve afectado por el ambiente que le rodea y los recursos que se encuentran allí de los cuales él puede aprender gracias a su interacción. Por otro lado, esta forma de aprender exige que el estudiante desarrolle habilidades de reflexión sobre sus acciones en el entorno y la capacidad de comprensión más profunda, lo que puede ser utilizado para conectar nuevas ideas y desarrollar la creatividad (Cambridge Assessment International Education. s,f).

⁹ Usabilidad (según la RAE): facilidad con la que una persona puede operar una herramienta fabricada por otras personas con el fin de alcanzar un objetivo.

La educación STEAM.

STEAM se compone por el acrónimo (Science, Technology, Arts and Mathematics). Se consolida un método interdisciplinario el cual integra las ciencias o áreas que componen este acrónimo a través de la enseñanza de un contenido particular.

Santillán et al, (2008) citado de Yackman, (2008) define STEAM como un “modelo educativo que promueve la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar” (p, 471).

Lo anterior involucra nuevos caminos para la educación que permiten establecer rutas de aprendizaje basadas en problemas del contexto real y que puedan ser solucionados a través de áreas del saber aprendidas en la escuela, adquiriendo a su vez habilidades para el desarrollo de problemas.

Por su parte, Sevilla y Solano (2020) consideran que a través de la metodología STEAM se trabajan problemas complejos desde las diferentes disciplinas dando soluciones creativas e innovadoras con el aprovechamiento de las tecnologías posibles (p, 4).

Tendiendo en cuenta esta afirmación, es importante comprender que el uso apropiado de las TIC's y los entornos educativos son necesarios para que se promuevan el desarrollo de contenidos a través de STEAM, y comprender la importancia del docente en la creación de los mismos entornos y sus contenidos, como también del vínculo con las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Por ende, para este proyecto es importante establecer los parámetros y procesos requeridos para ejecutar el proyecto teniendo en cuenta la metodología STEAM.

En el mismo documento Santillán et al, (2008) citado de Yackman, (2008), menciona 5 elementos los cuales son fundamentales y representativos de la educación STEAM:

- 1) El enfoque interdisciplinario.
- 2) Las habilidades sociales para resolver problemas.
- 3) Las estrategias creativas.
- 4) Las oportunidades y desafíos digitales.
- 5) Las capacidades integrales del equipo humano.

OBJETIVOS

Objetivo General.

- Evaluar el impacto de una herramienta virtual de aprendizaje enfocada a la implementación de la robótica escolar por medio del uso de estrategias de aprendizaje activo y estrategias STEAM para la enseñanza de temáticas correspondientes al área de ciencias naturales, en estudiantes de grados quinto y sexto del GCSFS.

Objetivo Específicos.

- Evaluar el impacto en los procesos de enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales por medio de la robótica escolar implementada a partir de una herramienta virtual de aprendizaje configurada con experiencias STEAM y el aprendizaje activo.
- Determinar la incidencia de la implementación de la robótica escolar para la enseñanza de las ciencias naturales mediante el uso de herramientas virtuales de aprendizaje y el aprendizaje activo.
- Identificar y caracterizar el alcance de la implementación de la herramienta virtual de aprendizaje respecto al campo actual de la robótica escolar.

METODOLOGÍA

Tomando como base las estrategias STEAM, el aprendizaje activo y el construccionismo se ha propuesto diseñar e implementar un entorno E-learning (herramienta virtual de aprendizaje) en el cual se hace uso de una página web de creación propia y contenido multimedia. Los contenidos y la organización de los mismos dentro de la aplicación se estructuran a partir de experiencias STEAM.

En cuanto a la metodología de investigación, se propone un modelo de corte cuantitativo, por un lado, los instrumentos pretest (anexo 1) y posttest (anexo 2) orientados a medir los conocimientos de los estudiantes respecto a las temáticas (vinculadas con las ciencias naturales, informática y

electrónica presentes en la herramienta virtual de aprendizaje) en el marco de un ejercicio de pilotaje de la aplicación. Por otro lado, un cuestionario (anexo 3) que valorará la percepción por parte de docentes y estudiantes respecto al potencial educativo de la herramienta virtual de aprendizaje.

Las siguientes categorías orientan el diseño de los instrumentos mencionados y su correspondiente análisis:

- **El componente educativo de la herramienta:** centrado en desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje activo y autónomo, en los cuales se tienen en cuenta los siguientes aspectos:
 - Aprendizaje autónomo.
 - Aprendizaje Reflexivo.
 - Desarrollo de la creatividad para la resolución de problemas.

- **El factor técnico de la herramienta:**
 - Navegación.
 - Calidad visual.
 - Claridad y pertinencia en la organización de la información.

Lo anterior se realizará en 3 fases que inician con el diseño y desarrollo de la aplicación y culminan con los resultados y análisis de resultados lo cual permite dar cuenta de los objetivos de investigación del presente proyecto.

FASES:

1. Diseño y desarrollo de la aplicación.
2. Implementación de la aplicación.
3. Análisis y conclusiones.

1. Diseño y desarrollo de la aplicación.

En esta fase inicial se tuvieron como referentes las clases abordadas durante la Especialización en Tecnologías de la información aplicadas a la educación, en la cual se realizaron las siguientes tareas:

- Se Identifica el problema.
- Se establece la propuesta de una aplicación que permita solventar el problema.
- Se construye la multimedia y el contenido necesario para la aplicación.
- Se inicia el proceso de diseño de la aplicación a partir de 4 elementos fundamentales (Diagrama de Navegación, WireFrame, Prototipo, Aplicación Final).

2. Implementación de la aplicación.

Se implementa la aplicación con estudiantes de educación básica quinto y sexto grado. La implementación consta de 5 momentos de 2 horas cada uno.

- Momento 1: diligenciamiento de Pretest, registro en la plataforma TinkerCAD¹⁰.
- Momento 2, 3 y 4: Exploración de la herramienta virtual de aprendizaje que cuenta con dos entornos principales: *Ciencias Naturales* y *Robótica Escolar*. Teniendo en cuenta el referente pedagógico implementado para el desarrollo de la herramienta virtual de aprendizaje: el construccionismo, el aprendizaje activo y la estrategia STEAM, se ha determinado que la exploración y recorrido de los entornos de la herramienta se realice de forma libre. Cada entorno cuenta con un tema particular correspondiente a las áreas de conocimiento mencionadas:

- **Ciencias Naturales:** Seres Vivos, Reino Vegetal (generalidades). La planta (partes, cuidado, desarrollo, importancia). Fotosíntesis. Clasificación de los seres vivos de acuerdo a la obtención de nutrientes, medio ambiente (Cuidado del mismo, calentamiento global, relación entre las plantas y el medio ambiente). La importancia de cuidar las plantas.
- **Robótica Escolar:** Conceptos del robot. Tres fundamentos de la robótica (Electrónica, Informática, Mecánica). Introducción a los circuitos (que es energía eléctrica, protoboard, resistencia, LED, el motor eléctrico). Microcontrolador (Función, programación, tipos de microcontroladores. Particularidades de Micro:bit). Informática (Programación de un

¹⁰ Es importante generar un registro en la plataforma de tinkercad. Pese a que es gratuita. Exige estar identificado para hacer uso de sus funciones.

microcontrolador. Datos de entrada y salida. Datos digitales y analógicos. Programación por bloques a través de tinkercad. Condicionales, bucles, variables, sensores). Mecánica (transmisión de movimiento, Motor VS Servomotor) ¿ De qué forma se puede cuidar las plantas a través de la robótica?.

Cada entorno cuenta con una actividad final que permite evaluar el conocimiento aprendido durante la interacción con la aplicación.

- Momento 5: Diligenciamiento del postest a estudiantes y cuestionario a estudiantes y docentes.

Evaluación de la implementación.

Se implementará una prueba postest para identificar los saberes adquiridos y compararlos con la prueba anterior (Pretest), estos instrumentos tienen como objetivo recoger información teniendo en cuenta las dos categorías de análisis establecidas anteriormente (el componente educativo de la herramienta y el factor técnico de la herramienta), a su vez, se realizará un cuestionario basado en la escala de Likert el cual va enfocado a la percepción de los estudiantes y docentes.

4. Análisis de resultados y conclusiones.

En este último momento, se realizará el respectivo análisis de los resultados obtenidos mediante el cual se podrá dar cuenta del objetivo de investigación del presente proyecto.

Población y técnica para la recolección de información.

El pilotaje se realizará con 15 estudiantes que oscilan entre los 10 y 12 años de edad, niños y niñas, estudiantes del colegio Gimnasio Campestre San Francisco de Sales correspondientes a los cursos Quinto y Sexto. La importancia de aplicar este proyecto en esta población se justifica bajo la iniciativa de fomentar la implementación de la robótica como un instrumento mediador en la adquisición de conocimientos desde los primeros niveles de educación, según Collis (1982) basándose en la teoría cognitivista de Jean Piaget, el niño dentro de este rango de edad se encuentra en el estadio *operaciones concretas* y es capaz de realizar operaciones que implementen el uso de la lógica, desarrollando estructuras básicas de pensamiento y, aunque el niño carece en este estadio de

pensamiento abstracto, también refiere que “Los niños pueden manejar los problemas si se les brinda un apoyo concreto adecuado a su pensamiento” (p, 45).

Por esta razón, se considera importante estimular el desarrollo del pensamiento abstracto en el niño que se encuentra en este estadio. Así entonces, este proyecto busca situar la herramienta virtual de aprendizaje como un instrumento mediador en el proceso enseñanza-aprendizaje, capaz de articular áreas del conocimiento que promuevan la ejecución de operaciones cognitivas complejas.

La aplicación será implementada por el profesor de tecnología, no obstante, dos profesores de Ciencias Naturales y Matemáticas van a hacer uso de la aplicación para que puedan determinar una valoración pedagógica sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Cronograma

	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Planteamiento del problema			x	x	x																
Construcción de la propuesta				x	x	x	x	x	x	x	x										
Diseño del entorno								x	x	x	x	x	x								
Pilotaje del entorno														x	x						
recolección de datos a partir de los instrumentos de medición propuestos															x	x					
Análisis de los datos y la evaluación del entorno																x	x				
Construcción final del informe																x	x				
Sustentación del proyecto																		x	x	x	x

RESULTADOS.

Resultados Obtenidos:

1. Diseño y desarrollo de la herramienta Virtual.

1.1) Dimensión pedagógica:

Para el diseño de la herramienta virtual de aprendizaje se utilizó un simulador que permitiera realizar ejercicios prácticos, mediante el diseño de una página web la cual lleva el nombre de Robo-Tic's. Este diseño se fundamenta, a su vez, a partir de los siguientes referentes que componen la intencionalidad pedagógica de la herramienta:

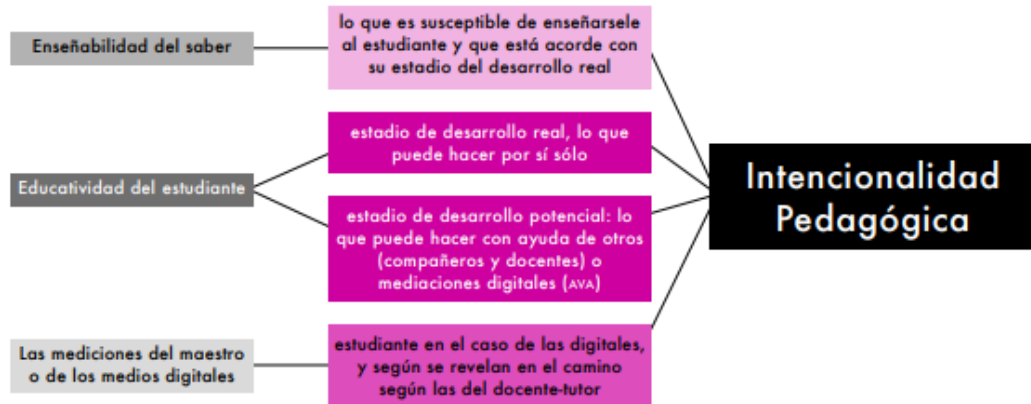


Figura 1:Componentes pedagógicos para la definición de intencionalidades pedagógicas, 2018, *Modelamiento pedagógico de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)*. Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-51.pdf>

Teniendo en cuenta los referentes mencionados, es importante señalar detalladamente los parámetros que orientaron el diseño de la herramienta virtual de aprendizaje Robo-Tic's.

- Enseñabilidad: La introducción a la robótica como medio para la enseñanza de las temáticas: las plantas, el cuidado de las mismas, la fotosíntesis, el medio ambiente y su relación con las plantas.
- Educatividad del estudiante: la herramienta virtual de aprendizaje se diseña atendiendo al nivel de desarrollo cognitivo correspondiente al estadio de operaciones concretas en el que se encuentran los estudiantes y a su grado de escolaridad (niños/as de quinto y sexto grado). A su vez, la herramienta virtual de aprendizaje, en su diseño, promueve la zona de desarrollo potencial a partir de la comprensión y aplicación -mediante la robótica- de conceptos como: seres heterótrofos, autótrofos, partes de la planta, fotosíntesis, relación entre la planta y el medio ambiente, cuidado de las plantas a través de la robótica.

- Mediación del medio digital: El uso de la herramienta virtual de aprendizaje como mediación digital en el proceso de aprendizaje autónomo y activo y su relación con las estrategias STEAM:

*Enfoque Interdisciplinar: la herramienta virtual articula la enseñanza de las ciencias naturales mediante una experiencia de aprendizaje por medio de la robótica.

*Estrategias Creativas: a partir de la articulación y puesta en práctica de los temas a tratar se promueve el desarrollo de soluciones a la problemática planteada mediante propuestas y su simulación en la plataforma TinkerCAD.

*Oportunidades y desafíos digitales: mediante la implementación de herramientas digitales el abordaje de los contenidos y su integralidad en respuesta a los requerimientos educativos y productivos globales.

1.2) Dimensión de técnica:

La organización y desarrollo de la plataforma se estableció a partir de esquemas de diseño basados en tres parámetros:

- Diagrama de Navegación.
- WireFrame.
- Prototipo.

Diagrama de Navegación.

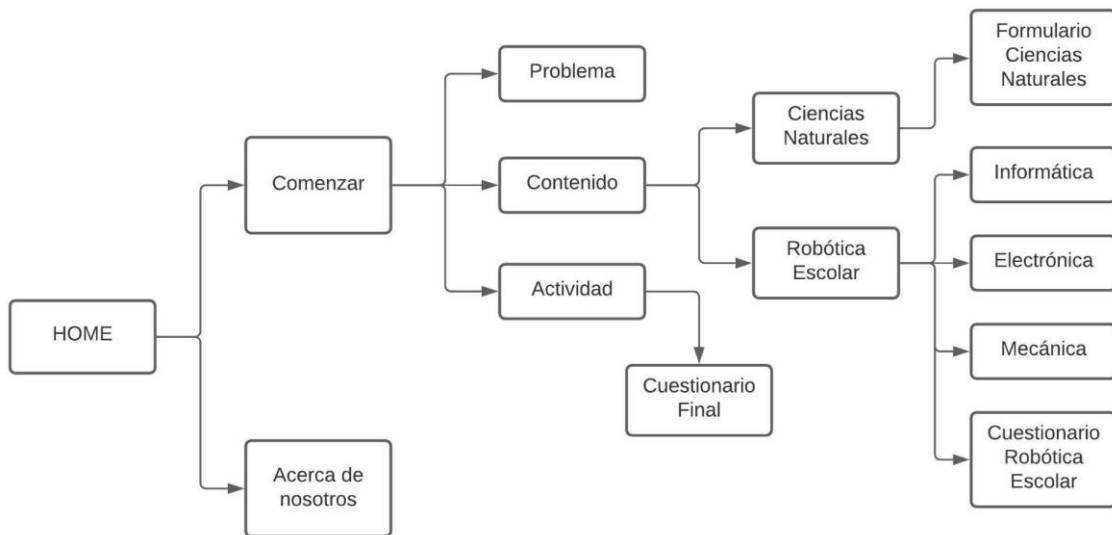


Figura 2: Robo-Tic's= Diagrama de Navegación. Fuente: *Creación propia*.

Prototipo.

PANTALLA	DESCRIPCIÓN
 <p>Fundamentos de la robótica para básica primaria.</p>	<p>HOME: Muestra la pantalla inicial de la aplicación desde la cual se puede tener acceso al apartado iniciar.</p>

Introducción



Formulario de introducción.



INICIAR (Parte 1):

Desde esta sección se puede acceder al apartado:

- formulario de introducción, en el cual se encuentra la prueba Pretest

Bienvenidos a este curso de iniciación a la robótica escolar, el propósito de este curso es abordar una problemática particular sobre el cuidado de las plantas y el agua, el cual podemos solucionar a través de la robótica. A continuación usted encontrará tres espacios para poder acceder y explorar esta plataforma.



PROBLEMA



CONTENIDO

ACTIVIDAD



INICIAR (Parte 2):

Desde esta sección se puede acceder a los apartados:

- **Problema.**
- **Contenido.**
- **Actividad.**

¿Qué son las plantas?

Seres vivos pertenecientes al mundo vegetal, que son capaces de alimentarse y crecer por si solas. Tienen la característica de convertir en nutrientes todos los residuos producidos por el ser humano los cuales utilizan para alimentarse, también tienen propiedades que pueden ser usadas para brindar beneficios a otros seres vivos.

Algunas propiedades son:

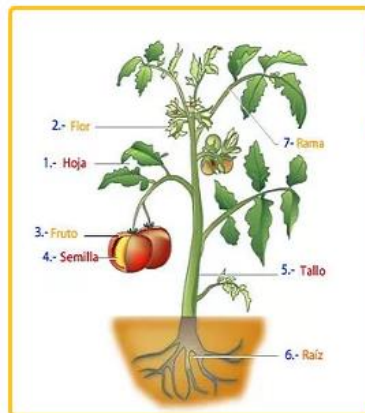
- Producir alimento para animales y seres humanos.
- Absorben el [dióxido de carbono](#) y lo convierten en [oxígeno](#).
- Tienen propiedades usadas en la medicina.
- Proveen madera.
- Sus raíces ayudan a sujetar la tierra para evitar deslizamientos.

Ciencias Naturales (Parte 1).

En este apartado se encuentra la [introducción a las plantas](#), además se encuentran algunos conceptos como [dióxido de carbono](#) y [oxígeno](#), a los cuales se puede acceder haciendo clic sobre la palabra resaltada en azul.



La siguiente imagen también mostrará como es una planta y cuales son sus partes:



Ciencias Naturales (parte 2).

En esta pantalla se encuentran los siguientes conceptos.

- **Seres autótrofos y heterótrofos.**
- **Partes de la planta.**
-

Para que una planta pueda vivir es necesario que cuenten con:

- Luz Solar.
- Agua
- Minerales encontrados en la tierra.

Estos tres elementos permiten que la planta realice un proceso llamado fotosíntesis.

Fotosíntesis: Proceso químico en el cual las plantas convierten sustancias inorgánicas en sustancias orgánicas aprovechando la energía de la luz solar, como resultado se obtiene la producción de oxígeno.

A continuación se muestra una imagen que representa el proceso de fotosíntesis.



Ciencias Naturales (parte 3).

En esta sección se encuentran los conceptos:

- ¿Qué necesita una planta para vivir?
- La fotosíntesis.

La información anterior nos permite comprender que las plantas son esenciales para la vida de los animales, del ser humano. Pues sin las plantas, no podríamos respirar, no podríamos alimentarnos sanamente, no tendríamos medicina, tampoco podríamos obtener madera. y el efecto invernadero aumentaría mucho más rápido debido a la cantidad de dióxido de carbono producido a diario por el ser humano.

Por esa razón, te hago la invitación al cuidado del medio ambiente y de las plantas, ayudémoslas a vivir para que podamos vivir.

También te invito a realizar el siguiente formulario para comprender los conceptos mencionados en esta unidad haciendo clic en el siguiente botón:

Ciencias Naturales (Parte 4).

En este apartado se habla sobre la importancia que tiene la existencia de las plantas con el planeta y los seres vivos, justificando la razón por la cual el ser humano debe cuidar la naturaleza.

Naturaleza: Cuidado de las plantas.

La naturaleza: Cuidado de la planta.

A continuación, encontrará un formulario el cual contiene los contenidos trabajados durante la aplicación ROBO-TIC's, sección "La naturaleza: Cuidado de la planta."

escobarjerson1@gm
(no compartidos) m
[Cambiar de cuenta](#)

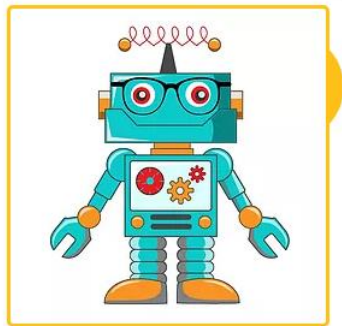
<< VOLVER

Formulario Ciencias Naturales.

Se encuentra una evaluación al finalizar el contenido de las ciencias naturales.



ROBÓTICA.



Robótica

Pantalla en la cual se aprecia la introducción a la sección de robótica.

Antes de empezar...

Para poder implementar recursos tecnológicos relacionados con la robótica, es necesario utilizar un microcontrolador, para esta ocasión se utilizará el microcontrolador **MICRO:BIT**.

Utilizaremos además un simulador llamado **TinkerCAD**, que nos permitirá realizar las actividades sin necesidad de tener una tarjeta Micro:bit en casa.



Robótica (Parte 2).

Muestra del simulador de robótica que se va a implementar.

Uso del microcontrolador que se va a utilizar para las actividades de Robótica.

Crea tu página web de WIX hoy

¿Qué es la robótica?

La robótica es una disciplina encargada de diseñar, fabricar y operar robots o autómatas que permitan realizar actividades que faciliten el trabajo del ser humano.



Usos de la robótica.

Un robot no solo tiene forma de humano o de otro ser vivo, también se considera robot a una máquina que puede realizar trabajos de forma automática, es muy utilizado en trabajos industriales que requieren de automatización

Robótica (Parte 3).

**¿Qué es la robótica?
Usos de la robótica**

de automatización



Componentes de la robótica.

La robótica permite implementar diferentes áreas y saberes, sin embargo, la construcción de un robot implica fundamentarse en 3 componentes importantes. Te invito a que conozcas cuales son.

COMPONENTES



Robótica (Parte 4)

Componentes de la robótica.

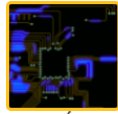


El robot como máquina compuesta, depende e algunos elementos y componentes que permiten que funciones y opere de manera adecuada. Dentro de los componentes hay tres fundamentales los cuales son:

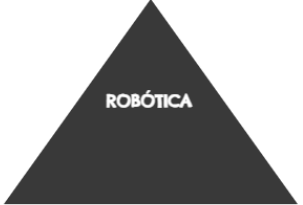
Componentes de la robótica (Parte 1).

Es una introducción a la composición básica de un robot y los componentes básicos que requiere para su funcionamiento.

forma adecuada.



ELECTRÓNICA



ROBÓTICA

INFORMÁTICA

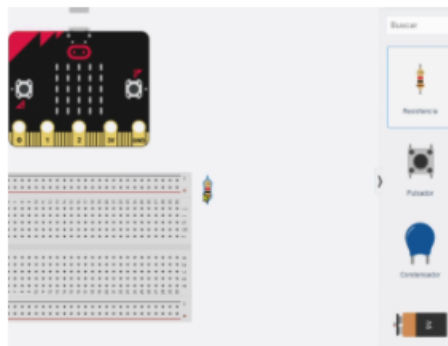


MECÁNICA



En la parte superior e inferior existen con Buses de alimentación o pistas horizontales, allí se conecta la entrada de energía eléctrica la cual es distribuida a lo largo de la protoboard. En la parte central se encuentran pistas ubicadas de forma vertical la cual se usa para conectar todos los componentes necesarios.

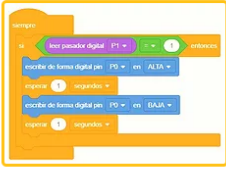

En la parte externa de la protoboard solo se pueden ver pequeños agujeros por donde se insertan los conectores de los componentes electrónicos.



Identificando la protoboard.

espacio destinado a la identificación de la protoboard.

- Qué es.
- Cómo funciona.
- Para qué sirve.

<p>La Acción consiste en: encender el Led conectado al puerto P0 durante un segundo y luego se apaga durante otro segundo.</p> <p>Para lograrlo se debe utilizar los bloques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bloque de salida "Escribir de forma digital pin...". - Bloque "Esperar".  <p>a continuación encontrarás el resultado de la actividad.</p>	<p>Bloque condicional. Datos de entrada</p>
<p>Actividad</p>  <p>Es tiempo de que Jacob vuelva al 2100. Ahora que has logrado proponer una alternativa para la preservación del medio ambiente, debes escribir una carta a los</p>	<p>Actividad.</p> <p>En este apartado se encuentra la actividad final, en la cual los estudiantes deben dar respuesta a la problemática planteada.</p>

2. Resultados de la implementación de la herramienta virtual de aprendizaje.

2.1) Pretest:

El cuestionario pretest se realizó a 14 estudiantes distribuidos en dos grupos; el primero de 7 estudiantes los cuales interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje y el segundo de 7 estudiantes que no interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje, pero tuvieron clases teórico-prácticas sobre las temáticas (ciencias naturales y robótica señaladas anteriormente) sin el uso de la herramienta virtual de aprendizaje utilizando únicamente el simulador TinkerCAD.

El objetivo del Pretest fue indagar sobre conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas; fotosíntesis, seres autótrofos, partes de la planta, y componentes de la robótica.

Los resultados obtenidos arrojaron la siguiente información:

Respecto a los temas: fotosíntesis, seres autótrofos y partes de la planta, se encontró que los estudiantes en su mayoría tienen conceptos básicos sobre las plantas (entre los que se encuentran que son: seres vivos, que pertenecen al reino vegetal y proveen al ser humano de alimento) y sus partes. El 70% de los estudiantes identifica la totalidad de las partes de la planta. Un pequeño porcentaje, entre el 25 % y el 35% logra identificar las plantas como seres autótrofos, este mismo porcentaje relaciona a la fotosíntesis como un proceso vinculado con las plantas.

Por otro lado, respecto a los componentes de la robótica sólo el 20% de los estudiantes identifica a la mecánica, la informática y a la electrónica como elementos de la robótica. El 15% identifica clasificación de datos: entrada y salida y 50% identifica qué es un sensor y un motor.

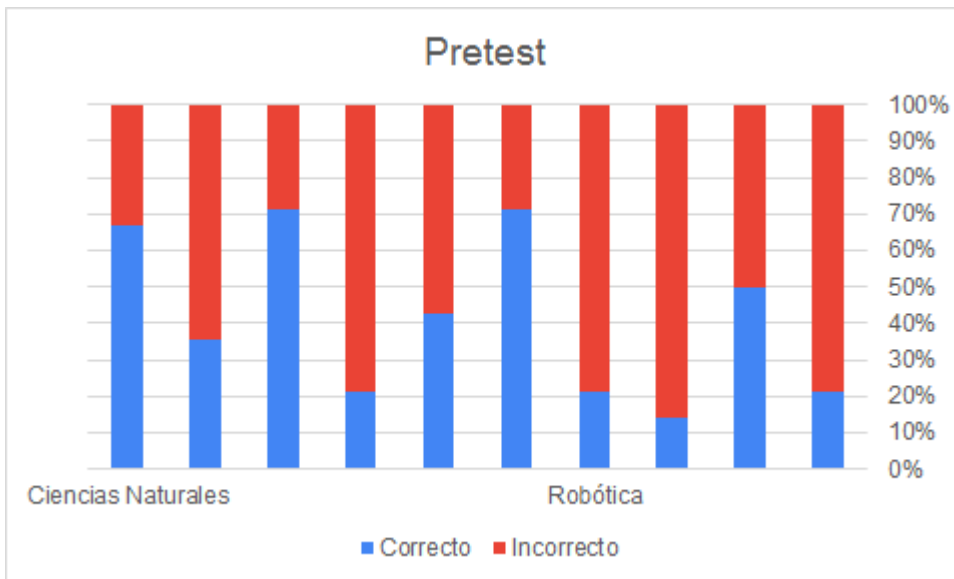


Gráfico #1: Pretest. *Creación propia.*

2.2) Postest

El cuestionario postest se realizó a 14 estudiantes distribuidos en dos grupos; el primero de 7 estudiantes los cuales interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje y el segundo de 7 estudiantes que no interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje, pero tuvieron clases teórico-prácticas sobre las temáticas (ciencias naturales y robótica señaladas anteriormente) sin el uso de la herramienta virtual de aprendizaje utilizando únicamente el simulador TinkerCAD.

Respecto a los temas: fotosíntesis, seres autótrofos y partes de la planta el 100% de los estudiantes logró comprender la clasificación de las plantas como seres autótrofos y el significado de esta clasificación, a su vez, el 85% logra comprender las características del proceso de fotosíntesis, el 20% de los estudiantes presentó fallas en identificar la totalidad de las partes de la planta. Lo representa entre el pretest y postest un 10% de estudiantes logra comprender el tema en relación con sus conocimientos previos.

Respecto a los componentes de la robótica entre el 85% y 90 % comprende los conceptos bases de la robótica; el 80% identifica los tipos de datos (entrada y salida), lo que significa un incremento exponencial en la comprensión de este tema tras el uso de la herramienta virtual de aprendizaje, lo mismo se presenta con el 85% de estudiantes que identificaron qué es un sensor y un motor.

A su vez, el postest indaga sobre el tema del medio ambiente, el cual atendiendo al modelo de aprendizaje activo fue abordado por los estudiantes de manera autónoma, este contenido no estaba explícito en la herramienta pero el desarrollo de ésta suscitó la necesidad de indagación sobre el mismo. Esto con el objetivo de situar a los estudiantes frente a una situación problema del contexto real cuya solución vincule las temáticas señaladas y la aplicación práctica de la robótica desde el enfoque STEAM. Encontrándose lo siguiente:

El 90% de los estudiantes comprende el lugar del medio ambiente y la relación entre la contaminación ambiental y su efecto sobre las plantas.

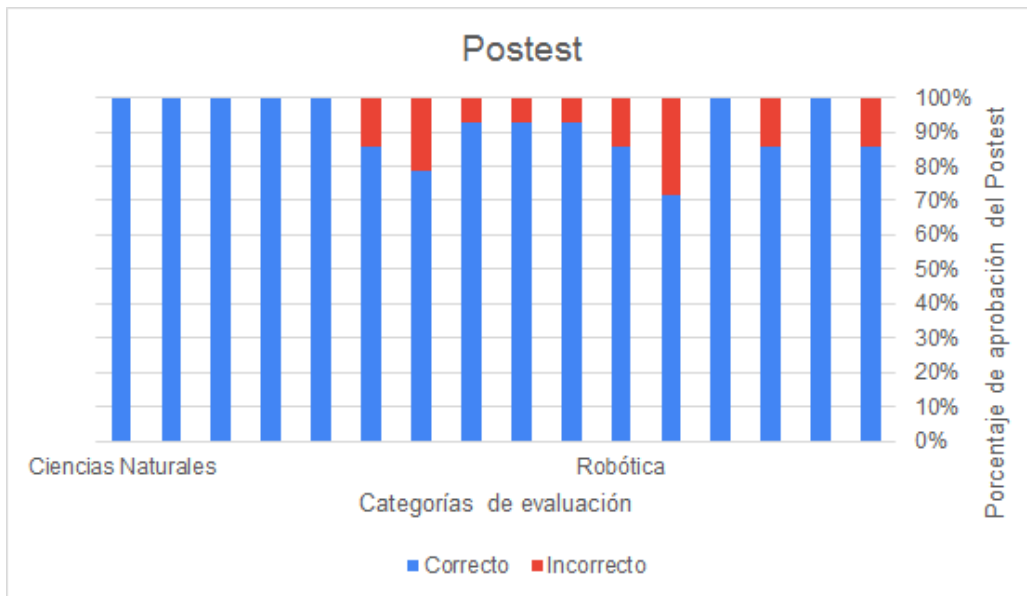


Gráfico #2: Postest. *Creación propia.*

También se realiza un análisis comparativo entre los resultados Postest de acuerdo a las personas que interactúan con la herramienta virtual de aprendizaje

La herramienta virtual de aprendizaje propone una situación problema que debe ser resuelta por los estudiantes, el desarrollo de dicha problemática, atendiendo a la intencionalidad formativa de la herramienta, direcciona el desarrollo de los contenidos y el proceso de interacción del usuario/estudiante, a su vez, la situación problema se enfoca en generar un hábito de reflexión sobre las acciones del ser humano con la naturaleza (entre las que se incluye el efecto invernadero y la contaminación)

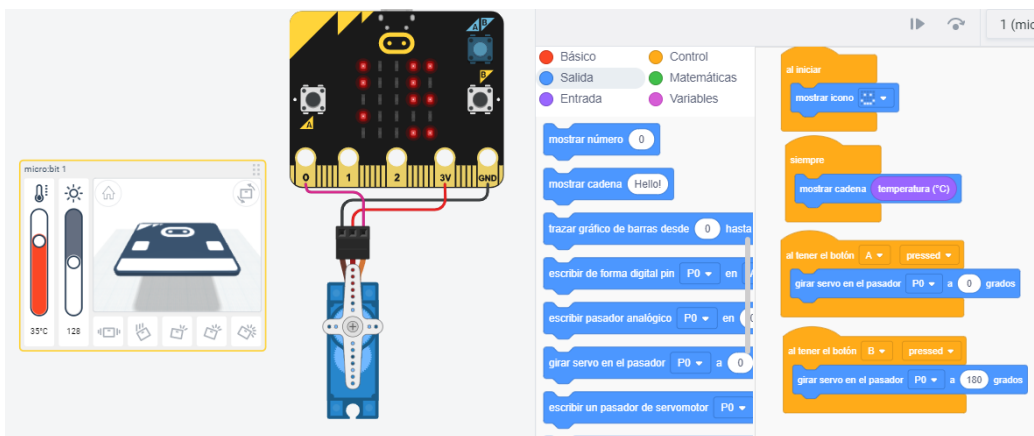
La situación problema es la siguiente:

Jacob es un habitante del año 2100. El entorno en el que vive ha cambiado bastante, la tierra ahora es mucho más diferente que en el 2021, la naturaleza está casi extinta; los ríos se han secado, las selvas han sido deforestadas y los mares están en su mayoría contaminados, Además, los polos glaciares están deteriorados. En el 2100 las personas tienen una forma de vivir muy diferente; los alimentos son sintéticos y no tienen sabor, sólo cuentan con composiciones químicas necesarias para reemplazar los nutrientes indispensables para vivir. Las personas no pueden salir de casa sin una máscara ya que el aire está demasiado

contaminado debido a la explotación de los recursos naturales y los estándares de consumo irresponsables, tampoco pueden permanecer por más de 5 horas diarias por fuera de casa debido a que la radiación de rayos UV y la cantidad de virus y bacterias que viajan por el aire es muy fuerte y podrían generar grandes daños en su piel. Lo que más preocupa a los habitantes de la tierra en el año 2100 es que el oxígeno escasea debido a la extinción de la mayoría de la naturaleza lo que ha reducido la vida en el planeta, además los desastres naturales han cambiado son más intensos y destructivos. La vida en la tierra estará extinta muy pronto.

Un científico ha construido una máquina del tiempo para que Jacob viaje al año 2021 y forme un equipo de pequeños científicos que formulen alternativas para evitar la extinción de la naturaleza y el deterioro del medio ambiente y, así, salvar el planeta. Jacob, te ha elegido como uno de los científicos de su equipo ¿Cómo podrías ayudar a Jacob a lograr la preservación del planeta?’. (Robo-tic’s, 2021).

Ante el planteamiento anterior, los estudiantes formularon alternativas para preservar las plantas frente a la contaminación y el efecto invernadero; el 60% de los estudiantes concluyó que utilizarían el microcontrolador Micro:bit para realizar una lectura de temperatura y extender una manta que protegiera las plantas de los rayos del sol que pudiesen lastimarlas; el otro 40% llegó a la conclusión de realizar una lectura a la temperatura para controlar el calor que recibe la planta del sol, sin embargo, este 40% de estudiantes formuló, además, usar un motor que corriera una teja cuando ellos oprimieran un botón, de esta forma sería más fácil darle uso a un mecanismo que como función detectara la temperatura de la planta y moviera un sistema para limitar la cantidad de rayos del sol que recibe la planta. Algunos mecanismos propuestos por los estudiantes son:



Imagen#2: sistema para proteger las plantas del sol. *Creación propia.*

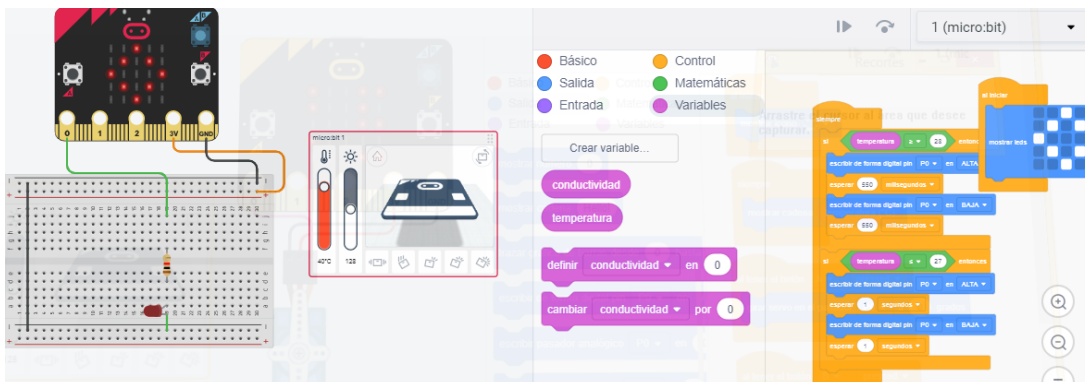


Imagen #3: Indicador de luz para altas temperaturas. *Creación propia.*

Las imágenes anteriores fueron dos trabajos creados por los estudiantes en TinkerCAD, en el cual argumentan el uso de la robótica escolar para diseñar un sistema que detecte altas temperaturas y avise al dueño de la planta, en una de ellas se indica haciendo que un led parpadee más rápido o más despacio. En la segunda, muestra la temperatura y al oprimir un botón se activa un motor que cierra o abre una teja.

Esta actividad se realizó pensando en el aprendizaje activo a través de la herramienta virtual de aprendizaje y las estrategias STEAM en la cual los estudiantes logran comprender la importancia de las plantas, el impacto ambiental sobre las plantas y el cuidado de las plantas a través de la robótica escolar.

1) Valoración a Docentes:

Los docentes consultados hacen parte del equipo docente del GCSFS y son licenciados en biología y matemáticas. Estos docentes interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje durante 1 hora.

Respecto a la enseñanza:

Se realizó un cuestionario basado en la escala de Likert respecto al potencial educativo de enseñanza del área de ciencias naturales de la herramienta abordando los siguientes componentes:

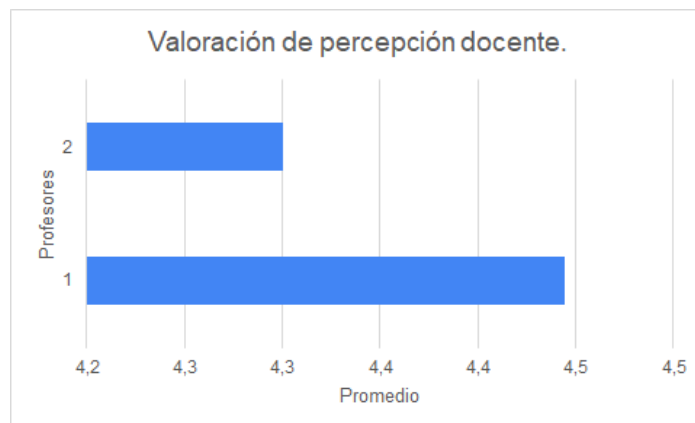
- Componente educativo: Este componente valora el potencial que tiene la herramienta virtual de aprendizaje en los procesos de enseñanza, aprendizaje e implementación del conocimiento adquirido al contexto real.

Los resultados muestran que la herramienta cumple los criterios establecidos para el componente educativo desde la perspectiva de los docentes. Éstos evidencian a la interactividad del contenido como un componente a reforzar, sin embargo uno de los docentes, no reconoce las experiencias STEAM ni aprendizaje activo, lo que en este espacio ha marcado “No sabe”, pues esto también puede afectar un poco el promedio de la valoración.

- Componente Técnico: Este componente permite valorar los aspectos técnicos que facilitan el acceso a los recursos educativos, teniendo en cuenta que la población a la cual va dirigida la herramienta; estudiantes entre los 10 y 12 años.

Tal como se muestra en la gráfica #3 el componente técnico ha tenido una valoración en su mayoría satisfactoria en cuanto a los criterios establecidos. Se evidencia importante fortalecer la claridad y organización del contenido ya que en las dos valoraciones ha tenido una puntuación de 4/5 siendo la puntuación más baja del componente técnico.

Por otro lado, el factor responsivo permite a la plataforma ser flexible en su uso desde diferentes dispositivos, sin embargo, este concepto no ha sido claro para los docentes ya que sólo han interactuado con la herramienta desde un computador de mesa, por ende, su respuesta a este criterio ha sido “No sabe”.



Gráfica #3: Percepción docente. *Creación propia.*

Para finalizar la valoración docente, se ha dejado un espacio abierto a observaciones en las cuales se ha identificado lo siguiente:

- Docente 1: La herramienta posee cualidades educativas que pueden atraer a los estudiantes y promover el aprendizaje autónomo, sin embargo, siendo una herramienta digital dirigida a estudiantes entre los 10 y 12 años, sería bueno implementar aspectos de gamificación para potenciar el aprendizaje desde el juego.
- Docente 2: El simulador debería quedar incorporado de forma interna en la herramienta y no como una extensión de la misma, pues esto dificulta a los estudiantes tener que navegar entre varias ventanas para poder orientar su aprendizaje. La interactividad puede ser más amena para los estudiantes si se implementan estrategias de gamificación, el uso de no sólo un problema sino de varios permitiría ampliar el rango de pertinencia de la implementación de la robótica y las ciencias naturales.

Lo anterior representa las opiniones de los docentes, estas podrían generar un mayor impacto en la función pedagógica de la herramienta virtual de aprendizaje.

2) Valoración del estudiante.

Respecto al aprendizaje:

De la población con la cual se realizó el estudio sólo 7 estudiantes interactuaron con la herramienta virtual de aprendizaje, estos estudiantes han diligenciado un cuestionario de tipo escala Likert, en el cual dan una valoración desde su percepción y experiencia en la interacción con la herramienta.

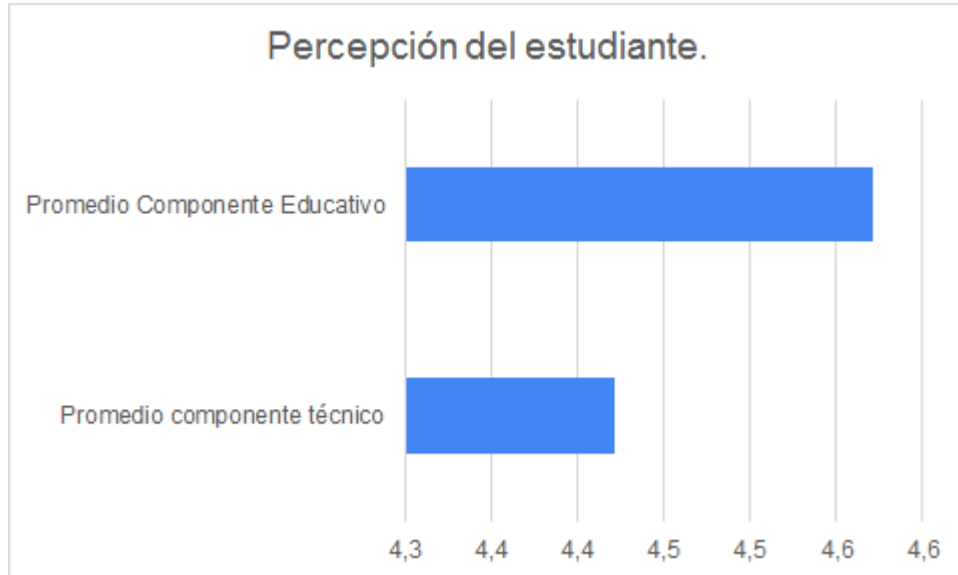
Para esta valoración se han tenido en cuenta los componentes:

Contenido educativo: Este componente permite que el estudiante valore que tan útil fue la interacción con los temas abordados en la plataforma, la implementación de la información recogida y el desarrollo de actividades. Teniendo una valoración positiva de 4,6 sobre 5, correspondiente a un 92% de satisfacción.

Componente Técnico: Este componente evalúa la facilidad con la que cada estudiante interactuó con la herramienta virtual. Teniendo en cuenta que la interacción es la conexión entre el sujeto y el ambiente, lo que propicia un aprendizaje significativo de los temas tratados

en la herramienta. El componente técnico tuvo una valoración de 4,4 sobre 5, lo correspondiente a un 88% de satisfacción.

Los resultados anteriores se representan en la siguiente gráfica:



Gráfica #4: percepción del estudiante.
Creación propia.

Análisis de resultados.

Los antecedentes de este documento permiten dilucidar la importancia de la implementación de la robótica escolar como eje integrador de otras áreas del saber, sin embargo, también rescata factores limitantes como lo son: la poca implementación que tienen las escuelas de robótica escolar, debido a factores como: los enfoques de las instituciones respecto a las áreas de ciencias y tecnología desde los PEI, presupuesto, otra factor incidente es los costes en términos económicos que implica la compra de Kits y la contratación de expertos en el área de robótica escolar, a su vez, la falta de políticas públicas que promuevan y patrocinen proyectos educativos orientados a la robótica escolar, representa una de las mayores barreras, sin embargo, los proyectos trabajados de forma individual como objeto de estudio en algunas instituciones educativas han demostrado que es posible y se hace pertinente implementar la robótica escolar en la escuela para fortalecer los procesos de enseñanza- aprendizaje.

Por esa razón, el desarrollo de la herramienta virtual de aprendizaje Robo-TIc's estuvo orientado a establecer una alternativa para la promoción de nuevas posibilidades para implementación la robótica escolar que permitiera trabajar la iniciación en la robótica educativa para estudiantes de grado quinto y sexto sin requerir el uso de Kits físicos de robótica escolar.

Según lo que menciona Barrera (2014) la robótica puede comprenderse como un mecanismo de andamiaje de conocimientos entre la tecnología, las diversas áreas del saber y la resolución de problemáticas cotidianas. De esta forma la robótica escolar puede entenderse como un eje para vincular la resolución de problemas del contexto real.

Atendiendo a lo anterior se ha implementado en el desarrollo de la herramienta virtual de aprendizaje el aprendizaje activo en el cual los estudiantes reflexionan a través de la aplicación del conocimiento a la cotidianidad a partir de la resolución de un problema particular, en el caso de Robo-TIc's sobre la contaminación y el cuidado de las plantas a través de la robótica educativa.

Es importante mencionar que la implementación de un simulador como alternativa permitió experimentar el comportamiento de un robot basado en los conceptos iniciales referenciados (Mecánica: el uso de motor; Electrónica: el uso de circuitos; Informática: el uso de la programación por bloques).

Por otro lado, los estudiantes quedan a la expectativa de materializar lo que plasman en espacios virtuales, lo que compromete a los estudiantes a motivarse a practicar la robótica desde kits físicos, no obstante, el ejercicio de utilizar un simulador es una alternativa para instituciones, proyectos o casos en que no se cuenta con recursos físicos para practicar la robótica escolar, atendiendo a que la robótica escolar también puede comprenderse como una práctica que forma al estudiante en la integración e implementación de saberes haciendo uso de las TIC's y el desarrollo tecnológico.

- Las categorías de análisis implementadas para evaluar el impacto de la herramienta virtual de aprendizaje pudieron ser evidenciadas a través de la interacción y el desarrollo de actividades propuestas en la herramienta virtual. Se promovió el aprendizaje autónomo a través de la libre navegación de la plataforma, la consulta sobre los temas de medio ambiente y la implementación del conocimiento adquirido en la prueba postest y actividad práctica. La categoría de aprendizaje reflexivo y el desarrollo de la creatividad para la resolución de

problemas se logra evidenciar en la propuesta como alternativa al desarrollo de la actividad implementada, pues el diseño y simulación de un artefacto robótico para proteger las plantas pone en evidencia el desarrollo de la creatividad y la actividad de la reflexión en el que el ser humano juega un papel fundamental para el cuidado del medio ambiente.

De igual forma, se puede observar que en los resultados obtenidos en el pretest y Postest, los estudiantes han fortalecido los conceptos sobre los cuales presentaban dificultades antes de interactuar con la herramienta virtual de aprendizaje. Lo que permite dilucidar que la implementación de la herramienta tiene un impacto positivo sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación se realizó sobre una población de 14 estudiantes un nicho considerablemente bajo para determinar a profundidad la pertinencia de la herramienta, no obstante, la poca información que se ha recolectado da el aval para establecer que las herramientas virtuales de aprendizaje que toman a la robótica como mediación y eje articulador tienen un gran potencial para los procesos de aprendizaje situados desde el aprendizaje activo y reflexivo.

Se considera, además, que los resultados pueden variar y ser más precisos si se utilizan instrumentos más apropiados para medir el impacto, además de utilizar categorías de análisis, dentro de las cuales pueden implementarse aspectos a evaluar como: educatividad, enseñabilidad y la mediación del medio digital.

Así entonces, la robótica escolar, entendiendo ésta a partir de las experiencias STEAM, el aprendizaje activo y el uso de las TIC'S se sitúa como una auténtica posibilidad de diversificación de la enseñanza y aprendizaje a partir del uso de herramientas virtuales de aprendizaje que permitan llevar la robótica escolar a nuevos escenarios como lo es el escenario digital.

CONCLUSIONES.

El uso de la robótica escolar como experiencia de aprendizaje no sólo permite al estudiante, aprender desde la conjunción e integración de diferentes áreas del conocimiento, además posibilita la resolución de problemas de la vida cotidiana mediante la reflexión y ejercitación de los contenidos

a partir de la construcción de alternativas basadas en los recursos y conocimientos que se encuentran al alcance de la robótica como disciplina.

Frente a los nuevos retos que emergen del avance tecnológico y las transformaciones sociales subyacentes a éste, es fundamental que la acción o quehacer docente expanda sus horizontes a procesos, enfoques y herramientas de innovación que permitan que los estudiantes se adapten y respondan a las necesidades de sus contextos más próximos a partir de aprendizajes autónomos, activos y orientados al desarrollo científico.

En el desarrollo de la investigación se identificó que es fundamental en la creación de herramientas virtuales de aprendizaje el componente pedagógico que dirija las intencionalidades formativas de las herramientas digitales, puesto que se requiere de un principio pedagógico que soporte la herramienta virtual de aprendizaje en el ámbito educativo, pues el impacto de una herramienta virtual de aprendizaje depende de la intencionalidad pedagógica con la cual se implemente.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar que las experiencias STEAM y el aprendizaje activo no solo muestran un panorama integrador de áreas del conocimiento sino que permiten al estudiante conectar diversos saberes permitiendo que lo que comúnmente se enseña en la escuela como asignaturas o áreas, se pueda complementar desde la implementación de proyectos del contexto real, lo cual implica que la construcción del conocimiento se realice a través de experiencias significativas.

Sí bien la implementación de la herramienta permitió dar cuenta del potencial educativo del uso de herramientas virtuales de aprendizaje para la enseñanza desde la robótica en las Ciencias Naturales, es importante considerar que la implementación de este tipo de herramientas virtuales de aprendizaje continúa siendo un aspecto que requiere de unas condiciones mínimas para su desarrollo, lo que sitúa a las herramientas virtuales a un alcance limitado en cuanto a los recursos de infraestructura digital y recursos humanos de las instituciones educativas de diversos contextos socioeconómicos.

Pues sí bien, se busca que las herramientas virtuales de aprendizaje sean una alternativa para que la robótica sea implementada en diferentes contextos educativos, ésta exige de dichos insumos

para que su implementación tenga lugar, lo que ubica a las poblaciones que no cuentan con este tipo de recursos como excluidas de este tipo de iniciativas.

Lo anterior implica entonces que desde los campos educativos relacionados con la ciencia y la tecnología se propongan alternativas innovadoras que puedan llevar a diferentes contextos la robótica escolar y consiga las diferentes áreas de conocimiento científico que pueden enseñarse desde ésta y desde las experiencias STEAM a partir de estrategias que se adapten a los contextos rurales y urbanos de bajos recursos de nuestro país.

La implementación de este tipo de herramientas virtuales según los resultados de investigación apuntan, además, a considerar el papel de la comprensión por parte de las instituciones educativas de las necesidades del desarrollo tecnológico y científico necesarias para El Siglo 21.

Se espera que esta investigación contribuya con la legitimación del campo de la robótica escolar como una necesidad educativa y contribuya además a consolidar un campo investigativo en torno a ésta como alternativa para la mediación educativa.

A su vez, resulta fundamental replantear el lugar de la robótica escolar en los grados de formación inicial como una estrategia de integración de áreas, pues como pudo identificarse en esta investigación los resultados señalan la posibilidad de implementar la robótica escolar en grados de primaria y básica secundaria y no sólo en la educación media.

ANEXOS

Anexo 1: Pretest.

<https://forms.gle/6jbkdivKGj2eamk36>

Anexo 2: Postest.

<https://forms.gle/3WBJL7iuWdDdAuzHA>

Anexo 3: Cuestionario Docente.

El siguiente cuestionario basado en escala de Likert, permite dar una valoración a las categorías educativa y técnica de la herramienta virtual de aprendizaje, teniendo en cuenta algunos criterios los cuales pueden ser marcados de 1 a 5 siendo 5 la máxima puntuación y 1 la menor puntuación, en caso de no saber si el criterio se cumple hay otra opción en el cuestionario llamada “No sabe”.

Componente educativo:

1. La manera en la que se presentan los contenidos permiten que los conocimientos de las ciencias naturales se aprendan de manera interactiva.
2. La herramienta permite que el estudiante autodirija la adquisición de información y el aprendizaje.
3. El aprendizaje bajo la herramienta virtual de aprendizaje representa un reto para el estudiante al implementarlo al contexto real.
4. Las actividades realizadas despiertan mi interés por las temáticas.
5. Hubo claridad en las instrucciones y la articulación de contenidos en la plataforma.
6. La forma en que se muestra el contenido y se orientan las actividades dentro de la herramienta virtual de aprendizaje representa estrategias como aprendizaje activo y/o experiencias STEAM.

Componente Técnico.

1. El contenido se muestra de forma organizada y clara.
2. La navegación fue intuitiva y precisa durante la interacción con la herramienta virtual de aprendizaje.
3. El contenido multimedia fue apropiado y articulado con el resto del contenido.
4. El uso de simulador proporciona una extensión necesaria de la plataforma para el desarrollo de experimentos relacionados con los contenidos y la implementación de los temas.
5. La herramienta permite utilizarse desde varios tipos de dispositivos teniendo en cuenta su factor Responsivo.
6. **Observaciones.** (Espacio para escribir apreciaciones hacia la plataforma bajo los criterios que se evalúa).

Anexo 4: Cuestionario Percepción Estudiantil.

El siguiente cuestionario permite calificar mi experiencia durante el proceso de aprendizaje mientras utilizaba la herramienta virtual. Los criterios a evaluar pueden ser marcados de 1 a 5, siendo 5 la máxima puntuación y 1 la menor puntuación, en caso de no saber si el criterio se cumple hay otra opción en el cuestionario llamada “No sabe”.

Componente educativo.

1. Los recursos abordados (Videos, fotos, texto) fueron fáciles de entender.
2. El contenido era claro y organizado.
3. El tema de estudio me parece interesante.
4. La actividad realizada brinda herramientas para solucionar problemas de la vida cotidiana.
5. Es importante seguir trabajando desde la robótica contenidos de otras asignaturas.

Componente técnico.

1. Puede navegar fácilmente por la plataforma.
2. Los colores, tamaños y tipo de letra eran claros y organizados.
3. El simulador TinkerCAD fue fácil de manejar.
4. La herramienta es fácil de manejar desde el celular y/o tablet
5. La herramienta virtual de aprendizaje carga rápido y sin presentar problemas durante su uso.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. Sánchez, M & Rojas, C (2020) Objeto virtual de aprendizaje para el diseño de prototipos de robótica: estrategia didáctica ante el COVID-19. *SUMMA. Revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*. 2(Especial), 155-177. DOI: www.doi.org/10.47666/summa.2.esp.11

Arango, M. Branch, J & Jiménez, J (2019). Apropiación social de la ciencia y la tecnología a través de una iniciativa de intervención e inclusión educativa de niños y adolescentes de territorios vulnerables de la minería usando la robótica, como una alternativa para la construcción de la paz. *El ágora USB revista de ciencias sociales*. 20(1).190-209. <https://doi.org/10.21500/16578031.4255>

Báez H. (octubre 24, 2013) Realidad de la Robótica en Colombia, Universidad Jorge Tadeo Lozano Recuperado de: [Realidad de la Robótica en Colombia | Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano \(utadeo.edu.co\)](http://Realidad%20de%20la%20Rob%C3%B3tica%20en%20Colombia%20|%20Universidad%20de%20Bogot%C3%A1%20Jorge%20Tadeo%20Lozano%20(utadeo.edu.co))

Barranco A, (2012). *LA ROBÓTICA EDUCATIVA, UN NUEVO RETO PARA LA EDUCACIÓN PANAMEÑA*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390002.pdf>

Barrera, N. (2014). USO DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL AULA. *Praxis & Saber*. 6(1). 215-234. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a10.pdf>

Belloch, C. (2012) Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje. Material docente [on-line]. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. Disponible en <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>

Borrero, O. (2020) Análisis del nivel de calidad educativo en Colombia, a partir de los resultados de las pruebas PISA en el periodo 2012-2018. Recuperado de: [Microsoft Word - BorreroForeroOswaldoFarid2020 \(unimilitar.edu.co\)](https://www.unimilitar.edu.co/revistas/index.php/revistaEF/article/view/22040/21648)

Buss, M. López, M. Rutz, A. Coehlo, S. de Olivera, I. Mikla, M (2013). Grupo focal: Una técnica de recogida de datos en investigaciones cualitativas. *Index de enfermería*. 22(1-2). <https://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962013000100016>

Cadena, V. Jaramillo, E. Santillán, J & Santos, R (2020). STEAM como metodología de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*. 48(5).467-492. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>

Cambridge Assessment International Education (s,f). *Aprendizaje Activo*. Recuperado de: <https://www.cambridgeinternational.org/Images/579618-active-learning-spanish-.pdf>

Canu M & Mariño C, (2017) *Impacto de los talleres de iniciación en la robótica sobre la impulsividad en estudiantes de una escuela popular infantil*. Recuperado de: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/568/572>

Collis K (1982). La matemática escolar y los estadios del desarrollo. *Journal for the Study of Education and Development, Infancia y Aprendizaje*. (19-20). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/75498>

Del Mar, A (2006) *Planificación de las actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y tecnología a través de la Robótica Pedagógica con enfoque CTS*. Caracas, Venezuela. Recuperado de: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ6345.pdf>

Furci, V. Trinidad, O. Dicosmo, C. Peretti, L & Ferrari, R (2018). Actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino™ como propuesta de formación docente en física. *Revista de enseñanza de la física*. 30(Extra). 83-89. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22040/21648>

Fuentes, P (2019). La robótica escolar: un espacio donde se crean nuevas formas de enseñar. En: *Aula Urbana*, N° 115. P 3. Recuperado de: <https://revistas.idep.edu.co/index.php/mau/issue/view/163>

García, E. González J. López. Lujan J. Gordillo M. Osorio C. Valdés C. (2001) *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una aproximación conceptual*. Madrid, España. Organización de Estados Iberoamericanos.

Garzón, V. (30 de mayo de 2019). *Desarrollo de la robótica en Colombia necesita más política pública*. Punto Crítico UN Periódico Digital. Recuperado de: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/desarrollo-de-la-robotica-en-colombia-necesita-mas-politica-publica/>

Gomez, J. (30 de mayo de 2019). *Desarrollo de la robótica en Colombia necesita más política pública*. Punto Crítico UN Periódico Digital. Recuperado de: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/desarrollo-de-la-robotica-en-colombia-necesita-mas-politica-publica/>

Higuera Sierra, D., Guzmán Rojas, J., & Rojas García, Ángel. (2019). Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino. *Memorias De Congresos UTP*, 133-137. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2304>

Merchán Basabe, C. A. (2018). Modelamiento pedagógico de ambientes virtuales de aprendizaje (ava). *Tecné, Episteme y Didaxis: ted*, 44, 51-70. <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-51.pdf>

Ministerio de Educación Nacional, MEN (2008) Orientaciones generales para la educación en tecnología. Colombia. MEN.

Obaya A, (2003). *el construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora*. Recuperado de: <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/construc.pdf>

Ortega G & Téllez A, (2018). *Diseño de un entorno pedagógico para la enseñanza de temas básicos en educación primaria con el uso de kits de robótica comercial*. Recuperado de; <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/14231>

Pardo, S. Quiroga, L & Vanegas, O (2020). Una estrategia metodológica para la enseñanza de la robótica en la primera infancia. *REVOLUCIÓN EN LA FORMACIÓN Y LA CAPACITACIÓN PARA EL SIGLO XXI*. 1(3). 13-20. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Rojas-Gil/publication/348754570_Percepciones_de_la_intervencion_fonoaudiologica_en_ninos_con_disc

[apacidad intelectual Un estudio de caso/links/600f15a192851c13fe39a20d/Percepciones-de-la-intervencion-fonoaudiologica-en-ninos-con-discapacidad-intelectual-Un-estudio-de-caso.pdf#page=21](https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79393)

Perez, M (2020). *Desarrollo de competencias del siglo XXI en el área de ciencias naturales a través del enfoque STEAM*. [Tesis Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79393>

Restrepo, R & Waks, L (2018). Aprendizaje activo para el aula: una síntesis de fundamentos y técnicas. *Cuaderno de política educativa* 2. Recuperado de: <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/448>

Santillán, J. Jaramillo, E. Santos, R. & Cadena, V (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*. 48(5). 467-492. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>

Santoya–Mendoza, A., Díaz–Mercado, A., Fontalvo–Caballero, F., Daza–Torres, L., Avendaño–Bermúdez, L., Sánchez–Noriega, L., Ramos–Bernal, P., Barrios–Martínez, E., López–Daza, M., Osorio–Cervantes, G., Rodríguez–Pertuz, M. y Moreno–Polo, V. (2018). Robótica educativa desde la investigación como estrategia pedagógica apoyada en tic en la escuela. *Cultura. Educación y Sociedad* 9(3), 699-708. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.82>

Sevilla Y & Solano N, (2020). INCLUSIÓN EDUCATIVA DE LA MANO DE STEAM Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS. *Revista Supervisión* 21, (Nº 60), 01-24. Recuperado de: [Microsoft Word - SP21 55 ART proyecto steam \(usie.es\)](https://www.usie.es/SP21_55_ART_proyecto_steam)

Solorzano, C (2009). Construcciónismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital. *Innovación educativa*, 9(47), 45-50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414895005>

Zambrano, K (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias humanas*, 14(Nº1), 39-52. <https://doi.org/10.21500/01235826.3796>

