

Robótica educativa en La Nohora

Una experiencia de innovación social

Hayley Dahiana Vega Santofimio

Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas

Wilmer Hernández Álvarez

Jairo Alberto Cuéllar Guarnizo

Robótica educativa en La Nohora

Una experiencia de innovación social

Hayley Dahiana Vega Santofimio

Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas

Wilmer Hernández Álvarez

Jairo Alberto Cuéllar Guarnizo



Presidente del Consejo de Fundadores

P. Diego Jaramillo Cuartas, cjm

Rector General Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

P. Harold Castilla Devoz, cjm

Vicerrectora General Académica

Stephanie Lavaux

Director General de Investigación

Tomás Durán Becerra

Subdirectora Centro Editorial PCIS-UNIMINUTO

Rocío del Pilar Montoya Chacón

Vicerrector Regional Orinoquía

Carlos Alberto Pabón Meneses

Directora de Investigación

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Nubia Estella Cruz Casallas

Directora de Proyección Social

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Magda Lesvy Melania Barrios

Coordinador de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas

Robótica educativa en La Nohora: una experiencia de innovación social/Hayley Dahiana Vega Santofimio, Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas, Wilmer Hernández Álvarez... [y otro más.]. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. UNIMINUTO, 2021.

ISBN: 978-958-763-488-4
117p.; il.

1.Tecnología educativa -- Estudio de casos -- Colombia 2.Robótica -- Educación -- Colombia
3.Educación -- Aspectos sociales 4.Innovaciones educativas -- Investigaciones 5.Matemáticas --
Enseñanza 6.Métodos de enseñanza. i.Gutiérrez Cárdenas, Marco Antonio ii.Hernández Álvarez, Wilmer
iii.Cuéllar Guarnizo, Jairo Alberto.

CDD: 371.33 R61r BRGH

Registro Catálogo Uniminuto No. 101847

Archivo descargable en MARC a través del link: <https://tinyurl.com/bib101847>

Robótica educativa en la Nohora: una experiencia de innovación social

Autores

Hayley Dahiana Vega Santofimio
Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas
Wilmer Hernández Álvarez
Jairo Alberto Cuéllar Guarnizo

Coordinador editorial

Iván Ricardo Perdomo Vargas

Corrección de estilo

Elvira Lucía Torres B.

Realización gráfica

María Cristina Rueda Traslaviña
Wilson Martínez Montoya

Primera edición: 2021

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO
Carrera 73A No. 81B - 70, piso 8
Tel. (+ 571) 291 6520 Ext. 6012
Bogotá D.C. - Colombia
2021

Esta publicación es el resultado del proyecto *Evaluación de la estrategia piloto: «La robótica como herramienta para mejorar el aprovechamiento del tiempo libre de los estudiantes de noveno grado del Barrio La Nohora en Villavicencio»* (Centro Regional Villavicencio, código de financiamiento CS117-013), perteneciente al grupo de investigación GITSAL de la Vicerrectoría Regional Orinoquía.

©Reservados todos los derechos a la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. La reproducción parcial de esta obra, en cualquier medio, incluido electrónico, solamente puede realizarse con permiso expreso de los editores y cuando las copias no sean usadas para fines comerciales. Los textos son responsabilidad del autor y no comprometen la opinión de UNIMINUTO.

Hayley Dahiana Vega Santofimio

Es licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad de los Llanos, especialista en Administración de la Informática Educativa y magíster en Gestión de la Tecnología Educativa de la Universidad de Santander. Actualmente es profesora de tiempo completo, adscrita al programa Tecnología en Desarrollo de Software¹ de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía² e integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería e Innovación Tecnológica, Social, Agroecológica e Industrial (GITSAI³).

Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas

Es ingeniero de sistemas graduado de la Universidad de los Llanos, especialista en Pedagogía y Docencia Universitaria de la Universidad La Gran Colombia y magíster en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos de la Universidad Internacional de La Rioja (España). Actualmente es coordinador de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía.

¹ <http://www.uniminuto.edu/web/llanos/desarrollo-de-software-presencial>

² <http://www.uniminuto.edu/web/llanos>

³ GITSAI: grupo de investigación perteneciente a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Vicerrectoría Regional Orinoquía.

Fue integrante del grupo de investigación Trabajo de Llano⁴ y en la actualidad forma parte del grupo de investigación GITSAI. Además, es gestor de innovación social, formado y certificado por el Parque Científico de Innovación Social.

Wilmer Hernández Álvarez

Es ingeniero de sistemas graduado de la Universidad de los Llanos, especialista en Administración de la Informática Educativa y magíster en Gestión de la Tecnología Educativa de la Universidad de Santander. Actualmente es profesor de tiempo completo adscrito al programa Tecnología en Desarrollo de Software de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía. Participa del semillero de investigación Movilsoft⁵. Fue integrante del grupo de investigación Trabajo de Llano y actualmente forma parte del grupo de investigación GITSAI. Además, es gestor de innovación social, formado y certificado por el Parque Científico de Innovación Social.

Jairo Alberto Cuéllar Guarnizo

Es ingeniero electrónico graduado de la Universidad del Quindío, magíster en Ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomás. Fue profesor de tiempo completo, adscrito al programa Tecnología en Desarrollo de Software de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía. Actualmente es profesor del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid e integrante del grupo de investigación GIS de la misma institución.

⁴ Trabajo de Llano es un grupo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Vicerrectoría Regional Orinoquía, que busca articular la comunidad académica y otros actores para sumar esfuerzos en la construcción de conocimiento interdisciplinario y multidisciplinar, tomando como referencia el modelo praxeológico en procesos de investigación formativa que lleven a la formulación y ejecución de proyectos en el ámbito regional, nacional e internacional.

⁵ Movilsoft es un semillero de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO (sede Villavicencio) que tiene como objetivo profundizar en el estudio de bases de datos, programación, videojuegos y desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles.

A mis padres, por todas las enseñanzas recibidas desde mi primer momento de vida. A mi esposo, Harold, por su comprensión y apoyo incondicional en cada proyecto que me propongo realizar, y a mi pequeña hija Luna, por todos los momentos de felicidad que me ha brindado en sus cortos siete años de vida.

HAYLEY DAHIANA VEGA SANTOFIMIO

A mis padres, a mis hermanas y a mi tía Élvia, por su constante apoyo durante toda mi vida. A mi esposa, Yúlieth, y a mi hijo Juan Sebastián, por ser mi fuente de alegría y motivación.

MARCO ANTONIO GUTIÉRREZ CÁRDENAS

A mi madre, por su paciencia y esfuerzo a lo largo de mi vida. A mi padre, aunque ya no esté presente físicamente. A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

WILMER HERNÁNDEZ ÁLVAREZ

A mis padres y hermana, por su amor sin medida. A Ana, Miguel, Simón y Antonella, pues son el combustible para sacar adelante cualquier proyecto. A mi esposa, Marcela, porque por ella existe nuestra hermosa familia.

JAIRO ALBERTO CUÉLLAR GUARNIZO

Agradecimientos

El trabajo conjunto de la Institución Educativa Simón Bolívar, especialmente los estudiantes de grado noveno del año 2017, y la Junta de Acción Comunal de La Nohora permitió sacar adelante el proyecto. A todos ellos, un especial reconocimiento.

Igualmente, al Parque Científico de Innovación Social, en particular al programa STEM Robotics y a su directora, la ingeniera Viviana Garzón Cardozo, que siempre estuvieron atentos a colaborar en la ejecución de esta iniciativa y facilitaron los robots necesarios para ejecutar el proyecto *in situ*. Sin su cooperación no habría sido posible el impacto social alcanzado, así que infinitas gracias por eso.

Un especial agradecimiento a los directivos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Villavicencio, en cabeza del señor vicerrector Carlos Alberto Pabón Meneses, PhD. A la directora de Investigaciones, Nubia Estella Cruz Casallas, quien constantemente anima a los profesores para que formulen proyectos de impacto en las comunidades. A la directora de Proyección Social, Magda Lesvy Barrios Velásquez, quien, a través del Centro de Educación para el Desarrollo, CED, facilitó el relacionamiento del equipo de investigadores con la comunidad.

A la directora Académica, Mónica Silva Quiceno, al equipo de Gestión de Servicios Tecnológicos, a la Dirección Administrativa y Financiera, y a todas aquellas personas que no se mencionan aquí, pero que contribuyeron con su gestión, muchas gracias por su trabajo en pro de la transformación social de las comunidades a través de la articulación de las funciones sustantivas, y por propiciar la participación del programa de Tecnología en Desarrollo de Software como actor principal en el desarrollo del proyecto.

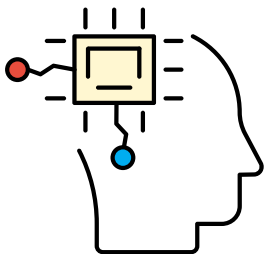
Prólogo	15
Presentación	17
Introducción	19
Enfoque pedagógico y praxeológico	21
Enfoque pedagógico	22
Modelos pedagógicos con énfasis en los contenidos	23
Modelos pedagógicos con énfasis en los efectos	24
Modelos pedagógicos con énfasis en el proceso	25
El modelo pedagógico dialogante	26
El enfoque praxeológico	27
Educación STEM e innovación social	30
Marco P21 para el aprendizaje del siglo XXI	32
Educación primaria y secundaria en los Estados Unidos (K-12)	32
Habilidades de aprendizaje e innovación (4C)	33
Educación STEM	34
Innovación social	36
Parque Científico de Innovación Social (PCIS)	37
Ruta de la innovación social	37
Competencias lógico-matemáticas	38
Pensamiento métrico y sistemas de medida	39
Pensamiento espacial y sistemas geométricos	39
Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos ..	39

Gran Reto 1. Codiseñar entre comunidad e investigadores	40
Etapa 1. Alistar	41
Marco de referencia	41
Equipo de trabajo	47
Planear	49
Etapa 2. Entender	51
Análisis de la situación problemática	51
Etapa 3. Analizar	55
Revisión y viabilidad de soluciones implementadas en otros lugares	55
Análisis del contexto	57
Análisis de los involucrados	59
Etapa 4. Crear	60
Conformar el equipo de trabajo	60
Diseñar soluciones	61
Etapa 5. Implementar	63
Financiación	63
Implementación	64
Gran Reto 2. Empaquetar y escalar	78
Etapa 6. Empaquetar	79
Conformar la tecnología	79
Validar	84
Etapa 7. Escalar	109
Conclusiones y recomendaciones	110
Referencias	114
Anexos	118



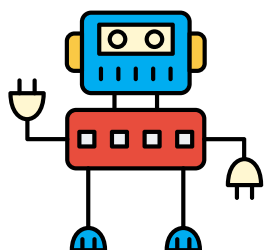
Lista de tablas

Tabla 1. Retos y etapas de la ruta de la innovación social	38
Tabla 2. Cronograma de actividades y respectivos responsables	50
Tabla 3. Desempeño en matemáticas de los estudiantes de países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), 2015	58
Tabla 4. Desempeño en matemáticas de las pruebas PISA en países de América Latina, 2015	59
Tabla 5. Articulación entre comunidad y academia.	76
Tabla 6. Fase del ver plasmada en la guía de aprendizaje	80
Tabla 7. Fase del juzgar plasmada en la guía de aprendizaje	81
Tabla 8. Fase del actuar plasmada en la guía de aprendizaje	82
Tabla 9. Fase «devolución creativa» plasmada en la guía de aprendizaje	83



Lista de cuadros

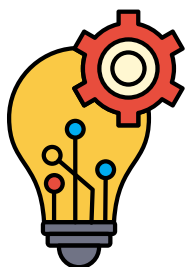
Cuadro 1. Prueba diagnóstica de habilidades en matemáticas.	53
Cuadro 2. Contenido parcial de la primera guía de trabajo para el estudiante	84
Cuadro 3. Apartes del instrumento de validación de las guías.	99



Lista de figuras

Figura 1. Modelos comunes de educación K-12.	33
Figura 2. Países con más graduados en STEM	35
Figura 3. Etapas de la ruta de innovación social.	37
Figura 4. Cómo llegar al barrio La Nohora desde Villavicencio	43
Figura 5. Entrada principal al barrio La Nohora	44
Figura 6. Entrada a la Institución Educativa Simón Bolívar, sede La Nohora	45
Figura 7. Institución Educativa Simón Bolívar	45
Figura 8. Porcentaje de aciertos por cada pregunta	60
Figura 9. Investigadores capacitándose en programación del robot LEGO Mindstorms	61
Figura 10. Robot Lego Mindstorms NXT	62
Figura 11. Socialización del proyecto ante la comunidad	64
Figura 12. Estudiantes recibiendo la teoría del primer encuentro	65
Figura 13. Estudiantes resolviendo retos en el primer encuentro	65
Figura 14. Estudiantes manipulando el robot durante el segundo encuentro	66

Figura 15. Estudiantes analizando un reto durante el tercer encuentro	66
Figura 16. Comunidad y academia en la clausura	67
Figura 17. Ponencia en la Universidad del Norte	70
Figura 18. Ponencia en la VI Jornada de Innovación Tecnológica	71
Figura 19. Stand en la XI Jornada de Software Libre	72
Figura 20. Captura tomada del clip de video	72
Figura 21. Ponencia en el VII Encuentro de Semilleros de Investigación	73
Figura 22. Noticia publicada	74
Figura 23. Porcentaje de aciertos diagnóstico vs. salida	75



Lista de anexos

Anexo 1. Ruta de innovación social	119
Anexo 2. Actividades de la ruta de innovación social: etapas 1 a 4	120
Anexo 3. Actividades de la ruta de innovación social: etapas 5 a 7	121

Este texto, dirigido a estudiantes, docentes y en general a la comunidad de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO y a quienes de manera directa o indirecta hacen parte de esta familia, es una excelente introducción a la teoría y práctica básica de la robótica educativa, campo sumamente importante en el estímulo de aprendizaje y enseñanza de este siglo, tanto para niños como para estudiantes de básica secundaria. El libro es el resultado de la experiencia adquirida por los autores en el desarrollo de proyectos de innovación social, utilizando en particular la programación de un robot para la enseñanza de las matemáticas en cursos de grado noveno de bachillerato. Por la forma en que fue redactado, es un texto apto para ser leído y comprendido no solo por la comunidad universitaria, sino también por otros profesionales y personas ajenas al entorno académico.



Glosario

Educación STEM:

Es un enfoque interdisciplinario del aprendizaje en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas que remueve las barreras tradicionales de cuatro disciplinas e integra en sus actividades todas las áreas del currículo, y las conecta con el mundo real mediante experiencias rigurosas y relevantes para los estudiantes.

El libro se ha dividido en cuatro capítulos. En el primero de ellos se presenta un panorama sobre modelos pedagógicos con diferentes énfasis y el enfoque praxeológico, para que el lector pueda tener una magnitud de su importancia. Luego, en el segundo capítulo se exponen nociones teóricas relacionadas con la educación STEM y la innovación social. En los dos capítulos restantes, se presentan dos grandes retos basados en la ruta de la innovación social del Parque Científico de Innovación Social, PCIS, de UNIMINUTO.

En el primer reto se describen las fases de alistar, entender, analizar, crear e implementar en la ruta de la innovación a través de las cuales se articulan las acciones de los investigadores y de la comunidad. Posteriormente, en el segundo reto, se presentan las fases de empaquetar y escalar, con las cuales se busca estructurar y realizar una apropiación

de la tecnología social, de modo que permita llevar a otras comunidades el conjunto de conocimientos obtenidos y, de esta manera, aumentar las personas beneficiadas.

Como principal aporte de la metodología descrita en este libro, se destaca la mejora de las habilidades y competencias lógico-matemáticas de los estudiantes participantes del estudio. Aunque los temas que se presentan se encuentran concatenados con la realidad de la Institución Educativa del barrio La Nohora de la ciudad de Villavicencio, en el departamento del Meta, la metodología descrita puede adaptarse fácilmente a otras instituciones tanto a nivel local como nacional.

CARLOS ANDRÉS TORRES PINZÓN, PHD.
Docente Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomás
Bogotá - DC

Presentación

*Es la primera vez que veo esto.
Esta tecnología de robótica me parece excelente,
Estoy muy contento y le agradezco a UNIMINUTO.*

PADRE DE FAMILIA
DE UN ESTUDIANTE PARTICIPANTE

La robótica avanza cada día más y se ha constituido en una de las bases fundamentales para la fabricación inteligente y, por extensión, para toda la industria 4.0 (Joyanes Aguilar, 2017, p. 285). Particularmente en el ámbito educativo, el uso de la robótica en el aula se ha convertido en una estrategia de enseñanza para desarrollar en los estudiantes habilidades en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, a través del modelo STEM⁶ Robotics.

Este libro presenta resultados de una investigación educativa, que combina el uso de la robótica en el aula con el enfoque praxeológico y con la ruta para generar innovaciones sociales en las comunidades, desarrollada por el Parque Científico de Innovación Social, PCIS. En los capítulos que lo componen, el lector encontrará los fundamentos pedagógicos y metodológicos, así como la descripción de la experiencia desarrollada en 2017 por los profesores del programa de Tecnología en Desarrollo de Software de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía, con los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Simón Bolívar del barrio La Nohora, ubicada en una zona vulnerable de la ciudad de Villavicencio (departamento del Meta, Colombia).



Robótica: Técnica que aplica la informática al diseño y empleo de aparatos que, en lugar de personas, realizan operaciones o trabajos, por lo general en instalaciones industriales.

⁶ Science, technology, engineering, and mathematics.

Particularmente en el ámbito educativo, el uso de la robótica en el aula se ha convertido en una estrategia de enseñanza para desarrollar en los estudiantes habilidades en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, a través del modelo STEM Robotics.

Aprender robótica no fue el fin del proyecto, sino la estrategia para cautivar y fortalecer el razonamiento lógico y matemático, así como para el desarrollo de habilidades de aprendizaje e innovación para el siglo XXI, conocidas como las 4C: pensamiento crítico, comunicación, colaboración y creatividad. Además, como plantean los investigadores «el proyecto ofreció a los participantes una alternativa para el buen aprovechamiento del tiempo y así disminuir la probabilidad de que el estudiante esté involucrado en actividades que puedan ir en contra del buen desarrollo de sus competencias ciudadanas». Siguiendo la ruta de innovación social, propuesta metodológica del PCIS, se diseñó, implementó y gestionó una idea creativa de solución viable a un problema.

A través del análisis de esta experiencia, se interpretan y desarrollan ciertas comprensiones sobre un fenómeno educativo particular, con limitaciones de acceso, equidad y calidad. Se muestra, asimismo, la rigurosidad y propiedad disciplinar seguida por los profesores Dahiana, Wilmer, Jairo y Marco en el proceso de investigación.

Robótica educativa en La Nohora: una experiencia de innovación social es el primer libro publicado por la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas y el programa de Tecnología en Desarrollo de Software de la Vicerrectoría Regional Orinoquía.

Aventurarse en la lectura de esta investigación puede inspirar para seguir apostando por nuevas experiencias y soluciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje con comunidades necesitadas y sensibles.

CARLOS ALBERTO PABÓN MENESES, PHD.

Vicerrector

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

REGIONAL ORINOQUÍA

Áreas como la robótica educativa y la programación de computadores juegan un papel determinante en todos los campos de conocimiento e interacción humana, y es cada vez más necesario asociar estas tecnologías con nuevas estrategias educativas que contribuyan al aprendizaje de los estudiantes.

En este libro se recoge la experiencia de utilizar la robótica educativa para reforzar las habilidades en matemáticas de un grupo de estudiantes de una comunidad del municipio de Villavicencio (Colombia), en el marco de un proyecto que se llevó a cabo siguiendo la ruta de innovación social del PCIS⁷, con el propósito de fortalecer el proceso de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de grado noveno de básica secundaria de una institución educativa del barrio La Nohora, ubicado en una zona vulnerable de la ciudad. Este proyecto de innovación social se implementó a través de encuentros en el aula de clase y utilizando la programación de un robot como estrategia cautivadora para estimular el aprendizaje.

Precisamente, la ruta de innovación social del PCIS contempla que es necesario coinvestigar con la comunidad. En ese sentido, uno de los principales problemas identificados a nivel educativo en el barrio La Nohora fue el bajo rendimiento de los estudiantes en el área de matemáticas. Asimismo, se identificó que los niños y jóvenes del sector corren un alto riesgo de utilizar su tiempo libre en actividades ilícitas o en la drogadicción. Por tal motivo, además del mejoramiento de las habilidades y competencias lógico-matemáticas de los estudiantes participantes, se brindó una alternativa para el buen aprovechamiento del tiempo libre, contribuyendo así al fortalecimiento de sus competencias ciudadanas, a través del refuerzo del área de matemáticas utilizando la robótica educativa.



Glosario

Innovación social:

Se define como todas aquellas ideas nuevas sobre productos, servicios y modelos que solucionan un problema social o cubren una necesidad de forma más eficaz y eficiente que las alternativas actuales, al mismo tiempo que establecen nuevas relaciones sociales y sinergias.

⁷ PCIS Científico de Innovación Social de UNIMINUTO.

Se brindó una alternativa para el buen aprovechamiento del tiempo libre, contribuyendo así al fortalecimiento de sus competencias ciudadanas, a través del refuerzo del área de matemáticas utilizando la robótica educativa.

En ese orden de ideas, en el primer capítulo de este libro se describe el modelo pedagógico, basado en el enfoque praxeológico, sobre el cual se cimentó el proyecto. Se expone también la conceptualización del trabajo realizado y el análisis que los investigadores hicieron para seleccionar una estrategia pedagógica pertinente.

En el segundo capítulo se explica por qué el proyecto se basó en la educación STEM⁸ (educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y se enmarcó en la ruta de innovación social, desarrollada por el Parque Científico de Innovación Social, PCIS, de UNIMINUTO.

En el tercer capítulo se describe el recorrido del proyecto por la ruta de innovación social durante las fases de alistar, entender, analizar, crear e implementar, que se agrupan en el gran reto 1. En este reto se describe en detalle la población objetivo y se identifica la ruta de innovación social como metodología para el desarrollo y ejecución del proyecto de investigación.

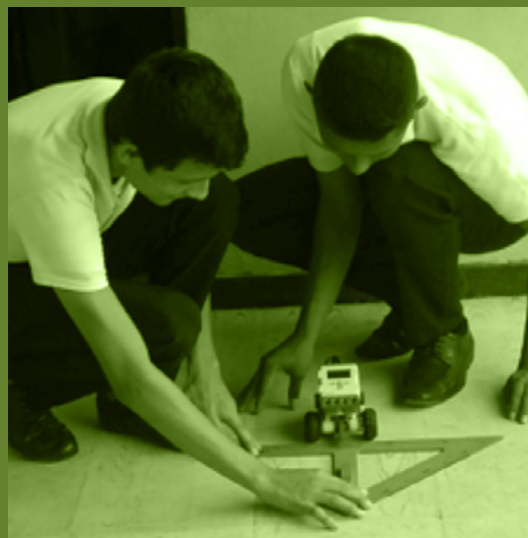
El cuarto capítulo aborda el gran reto 2, que corresponde al desarrollo de las fases empaquetar y escalar de la ruta de innovación social. En él se exponen los principales resultados de la investigación, así como los instrumentos empleados para la validación de todo el proyecto.

Finalmente, se dan a conocer las conclusiones de la experiencia adquirida en cada una de las fases de la ruta de innovación social.

8 *Science, technology, engineering, and mathematics.*



Enfoque pedagógico y praxeológico





Glosario

Robótica educativa:

Es un entorno de enseñanza interdisciplinaria que se basa en el uso de robots y componentes electrónicos como hilo conductor para potenciar el desarrollo de habilidades y competencias de los estudiantes.

Este trabajo es la síntesis de un proyecto de investigación fundamentado en un modelo pedagógico específico y orientado hacia la aplicación del enfoque praxeológico. La elección de dicho modelo pedagógico y el enfoque en la praxis no fue un asunto del azar o de conveniencia, sino que, por el contrario, requirió una reflexión académica por parte del equipo investigador, de forma tal que el resultado de dicha reflexión aportara al desarrollo de la estrategia ejecutada en la comunidad de La Nohora y permitiera maximizar la probabilidad de éxito del proceso.

La iniciativa de Robótica Educativa en La Nohora dio, en su momento, respuesta a necesidades de la comunidad; por lo tanto, no es un proyecto de aula ni un trabajo netamente teórico, sino un trabajo de investigación aplicada mixta, de innovación tecnológica y experimentación social. El trabajo de campo con las comunidades y la solución a una problemática detectada necesariamente implica una estrategia pedagógica y didáctica distinta a las tradicionales, puesto que los investigadores, que son además profesores, no solamente deben llevar a cabo un proceso exitoso de enseñanza y aprendizaje, sino que deben hacer un aporte real a la comunidad objeto de estudio, para dar respuesta total o parcialmente a la necesidad o problema del cual ha surgido la idea de investigación.

Enfoque pedagógico

En un sentido pedagógico estricto, es necesario plantear la siguiente interrogante: ¿Qué es un modelo pedagógico? En muchos casos, el concepto de *modelo pedagógico* se ha asimilado, inapropiadamente, a los de estrategia, currículo, didáctica, entre otros; sin tener claridad sobre el concepto (Ortiz Ocaña, 2013). El ejercicio conceptual puede iniciarse extrapolando la situación a los modelos empleados en ingeniería o ciencias, los cuales responden a fundamentos

El modelo pedagógico es una forma teórica de estructurar la educación y hace parte de algunas ordenaciones importantes, como la ascendencia pedagógica y la centralidad sujeto-comunidad de la finalidad educativa.

matemáticos que se comportan de la forma más aproximada a la realidad. Así, se podría plantear que un modelo pedagógico fundamentado en las ciencias humanas busca que el *sistema* (en este caso, las personas objeto de estudio) tenga una respuesta apropiada a las perturbaciones (el proceso de enseñanza y aprendizaje). En consecuencia, el modelo pedagógico se define entonces como una idealización teórica del mundo real de la educación, y su construcción está basada en el prototipo ideal del individuo que la sociedad concibe, de tal manera que el *producto de salida del modelo* es la persona (Ortiz Ocaña, 2013).

El modelo pedagógico es una forma teórica de estructurar la educación y hace parte de algunas ordenaciones importantes, como la ascendencia pedagógica y la centralidad sujeto-comunidad de la finalidad educativa. Es importante señalar que los modelos pedagógicos se basan en metodologías enfocadas en tres ejes principales de talante pedagógico: las pedagogías *de transmisión*, las pedagogías *de acción* y las pedagogías *de construcción* (Soler Mata y Collel delmont Pujadas, 2018). Tomando en cuenta estas premisas, es necesario aterrizar la idea general del trabajo que se presenta aquí, y esto obedece, en concreto, a la selección de un modelo pedagógico apropiado para la iniciativa del proyecto, cuyo propósito era lograr un proceso exitoso de apropiación del conocimiento, de forma tal que aportara una solución al problema expresado.

Si bien los modelos pedagógicos se pueden clasificar de muchas formas, para este caso se estudiaron los modelos pedagógicos clasificados según el énfasis en la individualización del estudiante, que redundaba en cómo el estudiante puede darle a lo aprendido un contexto social o una utilidad. Esta forma de clasificación de los modelos pedagógicos, planteada por el pedagogo Émile Planchard, resulta de gran interés, pues generaliza de cierta manera los modelos pedagógicos (Ortiz Ocaña, 2013). En los apartados siguientes, el lector encontrará una breve descripción de algunos modelos pedagógicos y el argumento reflexivo de por qué dicho modelo aportaba, o no, al proyecto educativo ejecutado.

Modelos pedagógicos con énfasis en los contenidos

La conducta pedagógica tradicionalista fundamenta sus principios en la iniciativa eclesiástica de educación, que buscaba consolidar el poder del papa como líder máximo del catolicismo. Es importante

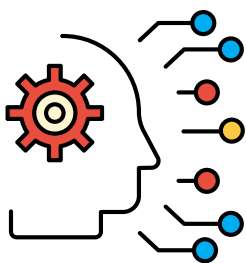
señalar que este modelo tradicional considera que la fuente del conocimiento es el profesor y la palabra escrita o los textos de estudio. El régimen disciplinario y el modelo clásico de la comunicación como un sistema de emisor y receptor predominan en dicho modelo pedagógico, que tuvo su auge durante los siglos XVI y XVII (Ortiz Ocaña, 2013).

En contraposición a lo anterior, la población estudiantil de la actualidad vive inmersa en un mundo digital, en su propio ecosistema, por lo que la estrategia correcta no es aislarla de su mundo. Por el contrario, la educación y las estrategias pedagógicas del profesor deben ingresar en ese mundo; de ahí la necesidad de recurrir a nuevas técnicas en las cuales los modelos pedagógicos tradicionalistas no podrían aportar significativamente (Lera López et al., 2003).

Modelos pedagógicos con énfasis en los efectos

Surgieron luego de la Segunda Guerra Mundial y, básicamente, fueron producto de la instrucción de los soldados. En estos modelos, la motivación y la actitud tienen un efecto directo en el rápido adiestramiento del individuo para su nueva profesión, y se utilizan con frecuencia los medios audiovisuales. Dichos medios se emplearon por primera vez en 1947, en la X Conferencia Internacional de Instrucción, y en los años subsiguientes se presentó un efecto dominó respecto a su uso, que condujo al ingreso de este modelo a Latinoamérica, en la década de 1960 (Ortiz Ocaña, 2013).

El principal fundamento de los modelos pedagógicos con énfasis en los efectos es la teoría conductista. En el modelo de comunicación inmerso en esta corriente pedagógica se resalta la aparición de la retroalimentación por parte del estudiante, pero al ser conductista, lo que se busca básicamente es entrenar al estudiante para que siga un modelo de conducta, modelo que, la mayoría de las veces, es el profesor (Carreño, 2009). En el contexto generacional actual, los modelos pedagógicos y estrategias didácticas de aprendizaje que los profesores deben utilizar para mantener la atención de la comunidad estudiantil son un universo pedagógico rico en diversidad. La atención del estudiante generalmente depende de su capacidad, estilo y ritmo para aprender. Aquí, nuevamente, es el profesor quien está llamado a identificar dicho estilo y a formular la mejor estrategia para que el proceso de enseñanza-aprendizaje



La población estudiantil de la actualidad vive inmersa en un mundo digital, en su propio ecosistema, por lo que la estrategia correcta no es aislarla de su mundo. Por el contrario, la educación y las estrategias pedagógicas del profesor deben ingresar en ese mundo...

fluya sin inconvenientes, convirtiéndose él mismo en un facilitador y mediador del proceso; ya no será más la fuente del conocimiento (Motz y Rodés, 2013). En consecuencia, modelos como el conductismo no son la mejor alternativa para llegar a la población estudiantil del siglo XXI.

Modelos pedagógicos con énfasis en el proceso

Con los modelos pedagógicos que enfatizan en el proceso nace la necesidad de que los profesores se capaciten, se formen y entiendan que el llamado a evolucionar no es un capricho de sus entidades de control, sino una exigencia de la población estudiantil. Rehusarse a ello es fracasar en los futuros procesos de enseñanza-aprendizaje que lleve a cabo (Ortiz Ocaña, 2013). Es importante señalar que la estrategia pedagógica que se utilice debe favorecer las habilidades del estudiante como futuro profesional, y que este debe aprender a aplicar todos sus conocimientos y destrezas para la solución de problemáticas en su propia comunidad.

Las teorías en que se basan estos modelos pedagógicos nacen en América Latina y se fundamentan sobre todo en la pedagogía de la liberación, cuyo principal exponente es Paulo Freire. Según esta corriente pedagógica, el estudiante y el profesor entienden el proceso de enseñanza como un agente más de transformación del entorno, así como de la realidad económica y social de la región. Se concibe la educación como praxis pura. Estos modelos establecen una relación directa entre la comunicación y el proceso educativo (Carreño, 2009).

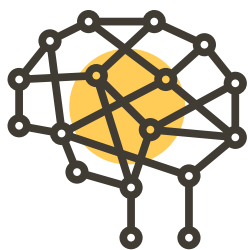
Otro aspecto diferenciador y de gran relevancia es que en estos modelos el actor principal del proceso educativo es el aprendiz o estudiante, quien ahora debe ir descubriendo, explorando, experimentando e investigando todo su entorno para, de esa forma, construir exitosamente su conocimiento, a su ritmo y con su estilo de aprendizaje. El profesor, por su parte, se apropia de su papel de guía, orientador y facilitador (Carreño, 2009). Cabe señalar que, en este tipo de modelos pedagógicos, todo acto educativo de enseñanza-aprendizaje o de transferencia de conocimiento debe enmarcarse en un entorno problemático, de tal manera que el aprendiz pueda discernir cómo resolver problemas con el conocimiento, las herramientas y las habilidades que posee (Ortiz Ocaña, 2013).

El modelo pedagógico dialogante

Basta con observar en retrospectiva los modelos pedagógicos para concluir que la educación, como todas las ciencias, se encuentra en permanente evolución y cambio. Las reflexiones e investigaciones constantes en la disciplina fortalecen la práctica docente y redundan en el mejoramiento continuo del proceso de transferencia del conocimiento. En el apartado anterior se ha expuesto una forma de clasificación para los modelos pedagógicos que permite a los investigadores situarse en los modelos dinámicos enfocados en el cambio. Se trata de modelos en los que los actores (personas) son el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje, modelos en los cuales cualquier aprendiz o estudiante puede romper paradigmas y ser un maestro en diferentes momentos del ejercicio de clase, de modo que la figura del maestro llega a convertirse en la de un oyente (o incluso en aprendiz) en su propio espacio académico.

La educación continuará su evolución y, por tanto, cualquier idea que se exponga en estas páginas posiblemente sufrirá cambios. Para el momento en el que se ejecutó este proyecto, cobró interés el *modelo del diálogo*, o de *pedagogías dialogantes*, pues hace especial énfasis en la praxis como eje fundamental del trabajo con los estudiantes (De Zubiría Samper, 2006).

Los principales exponentes de este modelo sustentan que el conocimiento se construye fuera del salón de clases, pero que se reconstruye continuamente desde el diálogo permanente entre el profesor y el alumno. En síntesis, el modelo pedagógico dialogante concibe la educación desde el punto de vista de fortalecer las competencias del individuo a nivel cognitivo, afectivo y práxico, y no como un simple proceso de transmisión del conocimiento, como la escuela tradicional lo ha supuesto erróneamente (De Zubiría Samper, 2006; Ortiz Ocaña, 2013).



La revisión de los diferentes modelos pedagógicos permitió a los autores de esta obra sustentar y justificar la elección de la educación STEM y la praxeología como estrategias para utilizar con los estudiantes de La Nohora, teniendo en cuenta el tipo de población y lo que se esperaba lograr. Así, la educación STEM empieza a relacionarse directamente con los modelos en donde la praxis es el eje vertical de formación y, a su vez, la estrategia pedagógica protagónica en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, como consta en su Proyecto Educativo Institucional (2014), ha

La praxis aparece como eje fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, desde el punto de vista de los modelos pedagógicos basados en el proceso y del modelo pedagógico dialogante.

fundamentado su discurso pedagógico en un modelo educativo de formación integral del estudiante, cuyo enfoque es la praxeología. Se puede concluir entonces, parcialmente, que esta institución ha adoptado un modelo pedagógico con énfasis en el proceso, puesto que el enfoque pedagógico es la praxis, y el actor principal es el estudiante, dejando así al maestro como facilitador del proceso (Juliao Vargas, 2013).

Así, en este punto del ejercicio de investigación, la praxis aparece como eje fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, desde el punto de vista de los modelos pedagógicos basados en el proceso y del modelo pedagógico dialogante. Por otro lado, los autores coinciden en orientar los esfuerzos de los talleres de robótica educativa mediante el enfoque praxeológico que se describe en el apartado siguiente. La importancia de este enfoque es tal que muchas instituciones educativas lo han incluido en su modelo pedagógico institucional o como principal enfoque pedagógico de las prácticas docentes que se desarrollan en sus aulas de clase.

El enfoque praxeológico

Los primeros tratados de praxeología aparecen entre 1926 y la década de 1950; primero en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), luego en Australia y posteriormente en Polonia. En el *Diccionario de la lengua española* se define la praxis como ‘práctica, en oposición a teoría o teórica’; sin embargo, como lo señala Gómez Zambrano (2017), «*praxis* en griego antiguo significa acción de llevar a cabo algo, pero una acción que tiene su fin en sí misma y no crea ni produce un objeto» (p. 1), de modo que, al mezclar estas dos definiciones, es posible dar el sentido a la praxis como una acción teorizada de la práctica.

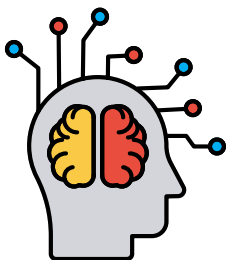
Es precisamente en la teoría de la práctica donde la praxeología cobra sentido en la comunidad del saber. Ahora bien: ¿por qué la teoría de la práctica? Desde hace muchos años se ha estudiado la praxeología, inmersa en el *qué*, el *cómo*, el *por qué* y el *para qué* del conocimiento adquirido desde las diversas fuentes de aprendizaje. Debido a ello, diferentes autores la han estudiado y definido desde sus propias teorías. Gómez Zambrano (2017) menciona, por ejemplo, a Louis Bourdeau, científico positivista que inventó la palabra *praxeología* en 1882, motivado por el deseo de reconocer una ciencia integral que coordinara todas las demás, contra la clasificación de Augusto Comte. También a Alfred Espinas, «quien,

en 1890 y 1897, retomó el concepto y le dio el sentido de una “teoría de la acción humana”» (Gómez Zambrano, 2017, p. 2). Es precisamente esta acción humana la que le da sentido al enfoque praxeológico que se pretende analizar en este apartado.

Sin ir muy lejos en la pedagogía, cabe mencionar a Paulo Freire, quien, en su libro *Pedagogía do oprimido* (citado por Gómez Zambrano, 2017, p. 3), señala que la educación basada en la interacción entre educar y aprender requiere seguir los siguientes pasos: observar su rigor metodológico, desarrollar la investigación, el respeto por el conocimiento particular de cada estudiante, ejercitar el pensamiento crítico y respetar la ética y la estética. Freire dio una luz más avanzada a la praxeología, con base en el conocimiento humano, pero desde los autores citados no era posible aún terminar de definir el enfoque praxeológico, pues todavía faltaba la recopilación y afianzamiento de este.

Juliao Vargas, por su parte, define la praxeología como una propuesta pedagógica, un enfoque aplicado a la educación, que pretende un ejercicio de acción-reflexión-acción, desde y sobre las prácticas educativas, a fin de encontrar opciones de solución a las problemáticas presentes en ellas y de alcanzar un mejoramiento continuo mediante la reflexión y la investigación sobre la práctica educativa. «Teoría y proceso investigativo sobre la acción práctica son, pues, los dos sentidos más usados alrededor del concepto “praxeología”. En todo caso, la praxeología supone siempre un proceso de reflexividad» (Juliao Vargas, 2011, p. 28).

La praxeología es una acción de suma responsabilidad para la persona que la desarrolla, llámese estudiante o profesor, puesto que, desde cualquier posición del individuo, deben aflorar sus potencialidades, a fin de que su conocimiento siempre esté enfocado en desarrollarse como persona, pero al servicio de los demás. Cuando se habla del desarrollo como persona, cabe mencionar que el enfoque praxeológico busca consolidar en sus profesores y estudiantes personas auténticas, éticas y responsables, entre otras cualidades humanas, y más importante aún, personas con un ávido don de servir a la comunidad que las rodea. Esto, partiendo de que el aprendizaje adquirido en un aula de clase, en el caso de un estudiante, o mediante la investigación, en el caso del profesor, no se debe quedar en ellos y para ellos, sino que se debe buscar la forma de compartir el conocimiento con poblaciones que necesiten enriquecerse del mismo e identificar las problemáticas de su entorno, de tal manera que el aprendizaje conduzca a un proceso de realización personal.



La praxeología se convierte en una herramienta transformadora de comunidades, al fomentar en cada individuo la reflexión sobre qué debe hacer con el conocimiento adquirido en pro de las comunidades que lo necesiten.

Trayendo el enfoque a la realidad del profesor, desde su aula de clase, se requiere que este conozca la realidad que rodea al estudiante para que pueda integrarla en su quehacer. En ese sentido, la praxeología se fundamenta en que el estudiante debe tener muy clara su realidad, y el profesor, a su vez, debe conocerla. Así, el profesor podrá enfocar su proceso de enseñanza-aprendizaje hacia las necesidades de los estudiantes y de su entorno.

Este proceso debe desarrollarse a través de las cuatro fases fundamentales del enfoque: *ver* (observando la realidad de la práctica), *juzgar* y *actuar* (analizando e interpretando con teorías previas) y, por último, efectuar la *devolución creativa* (estableciendo hipótesis en la búsqueda de potencializar y lograr mejoras a partir de la práctica). Siempre con el propósito de intentar resolver problemas del entorno del estudiante, mediante la adquisición de un espíritu colaborativo, enfocado en la realidad de este. Es ahí, principalmente, donde el profesor lleva a la práctica sus saberes y pasa a convertirse en un ente transformador, que fomenta en sus estudiantes la investigación-acción, de tal manera que salgan a flote las competencias, tanto propias como del grupo, en saberes y ayuda a comunidades que así lo requieran.

Así pues, la praxeología comienza a ser una herramienta transformadora de vidas, cuando el educador logra transversalizar este enfoque con sus estudiantes desde el aula de clases, a fin de que ellos también sean transmisores de praxeología en sus comunidades. De esta manera, se logra la transformación de la *persona como persona*. A través de la adquisición de competencias con sentido social, se promueve que los estudiantes asuman proyectos de vida claros y coherentes con lo que aprenden, saben y pueden hacer. La praxeología se convierte entonces en una herramienta transformadora de comunidades, al fomentar en cada individuo la reflexión sobre qué debe hacer con el conocimiento adquirido en pro de las comunidades que lo necesiten.

Es importante señalar que este trabajo se ha fundamentado en un proceso de investigación educativa, en el cual la praxeología ha sido determinante como enfoque educativo y también como aspecto motivador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, se puede afirmar que la praxeología descrita en este apartado es relevante al nivel mismo de la investigación educativa que fundamenta el trabajo expuesto en estas páginas, y ha influenciado los métodos y aspectos diferenciadores de la investigación misma (Orozco Pineda y Pineda Martínez, 2017).



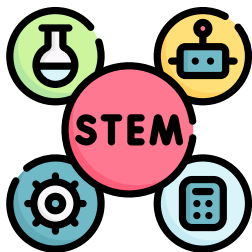
Educación STEM e innovación social



En este capítulo se describen las bases teóricas relacionadas con educación STEM⁹ (educación en ciencias, tecnología ingeniería y matemáticas) e innovación social. Los conceptos que se exponen permitirán al lector comprender mejor el contenido del libro y la razón que motivó a los autores para escoger estas estrategias como metodología de trabajo para el proyecto ejecutado en la comunidad de La Nohora. Desde la fundamentación pedagógica del proyecto hasta la construcción de los instrumentos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se habla de educación.

El equipo de investigadores se ha centrado en dicha estrategia debido a que permite que los estudiantes aprendan, a la vez que enfrentan a problemáticas reales de la sociedad. Es conveniente para el lector establecer un referente teórico acerca de la educación STEM, conocer en cuáles conceptos, teorías o autores se fundamenta. Por ello, se presenta aquí un vistazo general a la fundamentación teórica del enfoque STEM.

Los datos históricos relacionados con los resultados de la evaluación PISA¹⁰, en la cual participan algunos países del mundo, concretamente los del año 2009, impulsaron que en los Estados Unidos se reevaluara la forma de enseñanza y las estrategias pedagógicas. Como resultado de ello, se ha implementado una nueva metodología de enseñanza, incluso para la educación básica. Así surgió el programa STEM (Botero Espinosa, 2018).



⁹ *Science, technology, engineering, and mathematics.*

¹⁰ El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) evalúa el desarrollo de las habilidades y conocimientos de los estudiantes de 15 años, a través de tres pruebas principales: lectura, matemáticas y ciencias. Desde el año 2000, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) aplica este examen estandarizado cada tres años, y en cada una de las aplicaciones profundiza en una de las tres áreas mencionadas.

La metodología STEM se ha apropiado en países como Alemania, Francia, China y Brasil, entre otros, a partir de iniciativas legislativas o gubernamentales, en las que el paso inicial siempre es la capacitación de los profesores

El mundo ha puesto entonces sus ojos en los resultados que ha arrojado el modelo STEM en los países que lo incluyeron dentro de su política educativa. Vale decir que esta metodología se ha apropiado en países como Alemania, Francia, China y Brasil, entre otros, a partir de iniciativas legislativas o gubernamentales, en las que el paso inicial siempre es la capacitación de los profesores (Botero Espinosa, 2018). Ante este hecho, Colombia, a pesar de pertenecer a los países en vías de desarrollo que aún no cuentan con iniciativas gubernamentales al respecto, ha volcado su atención hacia la educación STEM y tanto en la academia como en algunas entidades privadas se ha iniciado la transformación cultural, educativa y de aprendizaje que trae consigo esta metodología (STEM Education Colombia, s. f.).

Marco P21 para el aprendizaje del siglo XXI

El marco desarrollado por la Alianza para el Aprendizaje del Siglo XXI (P21¹¹), organización sin ánimo de lucro fundada en 2002 como una coalición que reúne a la comunidad empresarial, líderes de la educación y formuladores de políticas para posicionar la preparación para el siglo 21 en el sistema educativo de los Estados Unidos (conocido como K-12).

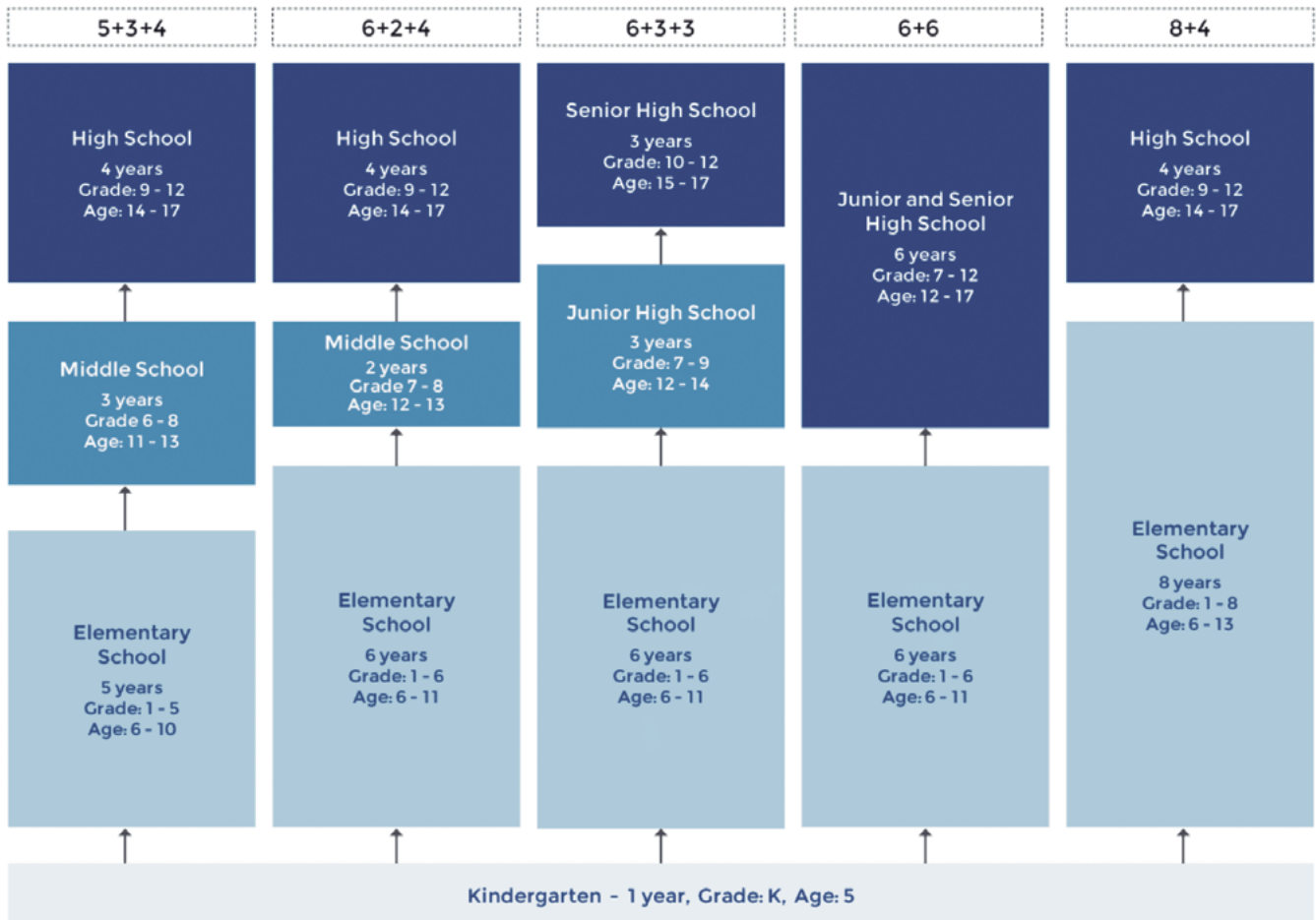
Educación primaria y secundaria en los Estados Unidos (K-12)

Según el sitio web *Study in the States*, página informativa oficial del Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos, los estudiantes en ese país comienzan la educación formal entre los 5 y los 6 años. En general, los grados de la escuela primaria y secundaria desde el jardín de infantes hasta el grado 12 (K-12), son un requisito para asistir a la universidad (U. S. Department of Homeland Security, s. f.). Dado que allí la educación es descentralizada, existen varios modelos de educación K-12. En la figura 1 se muestran algunos de los más comunes.

¹¹ Se conoce como P21 por su nombre en inglés: Partnership for 21st Century Learning, antes denominada Partnership for 21st Century Skills.

Figura 1. Modelos comunes de educación K-12

Common Models of K-12 Education



Note: Patterns do not include all variations of kindergarten (K), which may or may not be included in the elementary school system. The names of school types listed for each level are typical but not universal.

© 2018 World Education Services
wenr.wes.org



Fuente: <https://wenr.wes.org/2018/06/education-in-the-united-states-of-america>

Habilidades de aprendizaje e innovación (4C)

En el Marco P21 se definen e ilustran las habilidades, el conocimiento, la experiencia y los sistemas de apoyo que los estudiantes necesitan para tener éxito en el trabajo, la vida y la ciudadanía (Nunan, 2003).

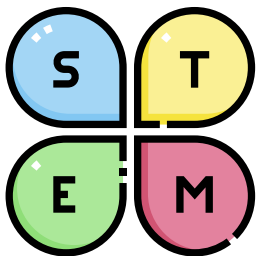
Dentro de este conjunto de habilidades están las de aprendizaje e innovación (4C):

- *Creativity and innovation* (creatividad e innovación).
- *Critical thinking* (pensamiento crítico y resolución de problemas).
- *Communication* (comunicación).
- *Collaboration* (colaboración).

Educación STEM

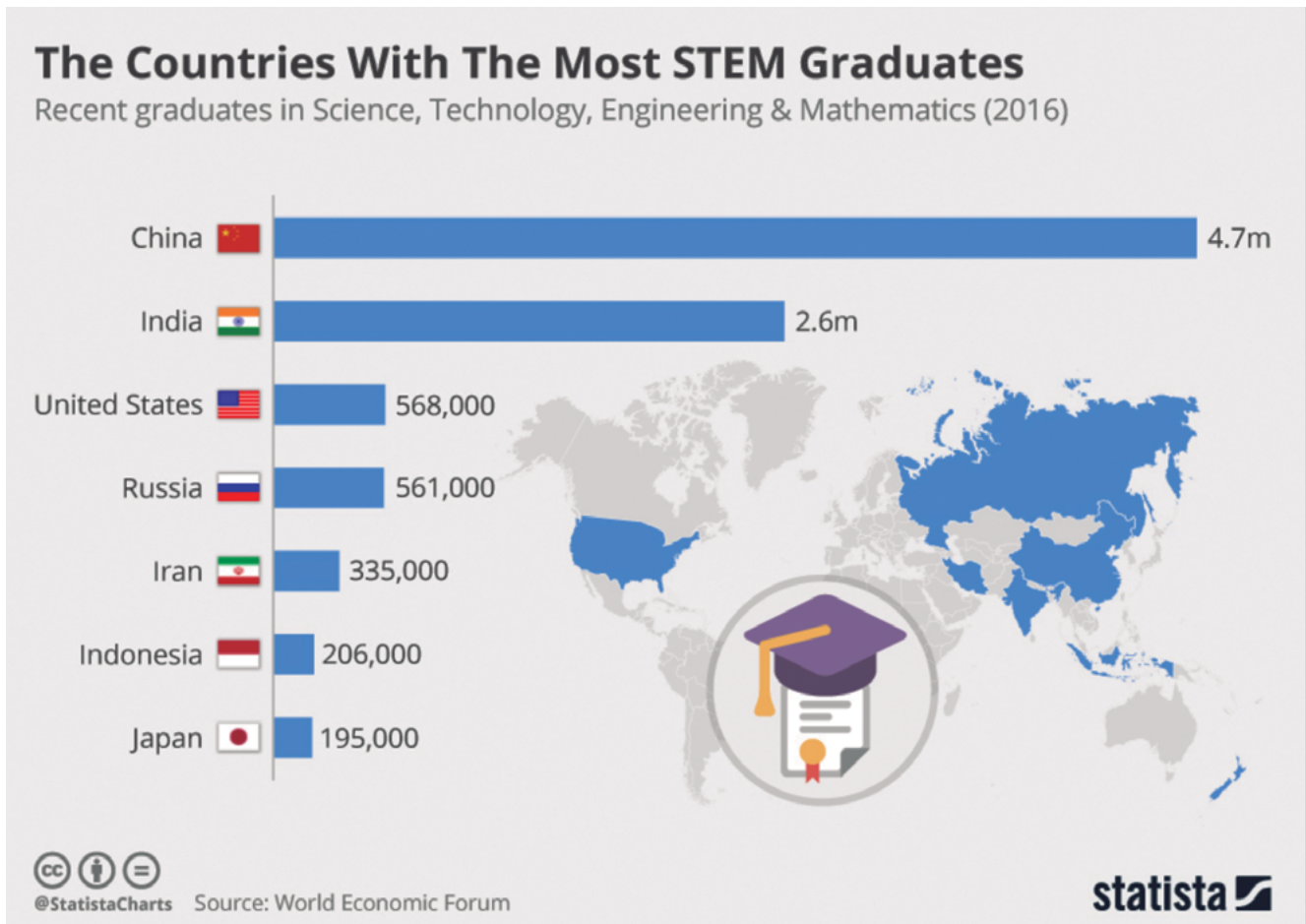
Según Morrison (2006), la educación STEM o educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas se basa en la integración de todos los conocimientos disciplinares en un nuevo todo. Esta educación pretende, entre otras cosas, aumentar la cantidad de personas con competencias en las disciplinas mencionadas, que les permitan desarrollar habilidades aplicables en su vida cotidiana y académica, enfatizando en la formación para el trabajo.

El concepto surgió en la década de 1990 en la National Science Foundation¹² (NSF) de los Estados Unidos. A partir de ese momento, la educación STEM empezó a generar interés en diferentes sectores educativos y económicos de ese país y, posteriormente, en otras partes del mundo. Sin embargo, fue en el año 2010 cuando la educación STEM cobró verdadera relevancia en los Estados Unidos, debido a que fue incluida en las políticas gubernamentales (STEM Education Colombia, 2019). Desde entonces, ha venido ganando terreno en el mundo académico y laboral, como se muestra en un reporte estadístico de 2016 (figura 2) publicado en el portal web de estadísticas *Statista* (McCarthy, 2017).



¹² La National Science Foundation (NSF) es una agencia federal independiente, creada por el Congreso de Estados Unidos en 1950 para promover el progreso de la ciencia, la salud, la prosperidad y el bienestar, y para asegurar la defensa nacional.

Figura 2. Países con más graduados en STEM.



Fuente: <https://www.statista.com/chart/7913/the-countries-with-the-most-stem-graduates/>

Como se puede observar, la lista de graduados STEM es encabezada por China, con 4,7 millones de graduados; en segundo lugar se encuentra la India con 2,6 millones, y en tercer lugar, los Estados Unidos, con 568 mil graduados.

Respecto al desarrollo de nuevo conocimiento en educación STEM y robótica educativa, se han llevado a cabo importantes trabajos de investigación que han permitido la transferencia tecnológica a ciertas comunidades. Esto ha generado revisiones bibliográficas periódicas, cuyo principal foco de investigación está en la metodología STEM y la robótica como herramienta de formación (Potkonjak et al., 2016). Algunas de estas investigaciones incluso señalan el aporte de la educación STEM y la robótica educativa a la sostenibilidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Jung y Won, 2018).

En referencia a casos concretos de estudio en los que se haya llevado la robótica educativa y la educación STEM a comunidades, en la revisión efectuada en el marco de este trabajo, se encontraron dos casos relevantes: uno que se enfoca en la inclusión de la robótica en el currículo de estudiantes de bachillerato y el impacto logrado en la población (Chen y Chang, 2018), y otro importante trabajo ejecutado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en donde se utilizó un robot LEGO como herramienta para desarrollar habilidades en física y matemáticas (Suárez-Gómez y Pérez-Holguín, 2020).

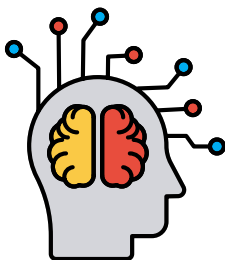
Innovación social

El trabajo que se describe en estas páginas pretende, desde una perspectiva académica, subsanar un problema detectado en la comunidad de La Nohora. Es importante recalcar que, si bien los proyectos de capacitación convencional pueden mitigar un poco el problema percibido, un abordaje desde la innovación social sumada a la educación STEM permite que se interactúe desde distintas perspectivas o partes interesadas (*stakeholders*)¹³, mediante una estrategia en la que se mantiene comunicación abierta con todos los involucrados y desde cada una de las perspectivas.

Debido a la naturaleza social de este trabajo, es necesario comprender el concepto mencionado en la presentación general del Parque Científico de Innovación Social (PCIS) de UNIMINUTO, según el cual:

Una innovación social es una nueva solución a un problema o necesidad de una comunidad. Esta nueva solución puede ser un producto, un servicio, una práctica o un modelo de gestión que:

- Es más eficiente que la solución ya existente en esa comunidad.
- Se genera de manera participativa entre la comunidad y los investigadores, o es traída de otros lugares y apropiada por la comunidad.
- Es sostenible, puede ser escalable y llegar a generar cambios permanentes en la sociedad. (PCIS, 2018, p. 8)



¹³ Personas naturales o jurídicas que se afectan o que pueden ser afectados con la ejecución del proyecto.

Parque Científico de Innovación Social (PCIS)

Es una plataforma de servicios que integra actores y recursos de diversas instituciones, articulando agentes del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, con las comunidades de los territorios más vulnerables, para desarrollar proyectos basados en innovación social con un enfoque de desarrollo integral (PCIS, 2018, p. 2).

El PCIS, uno de los principales referentes en cuanto a innovación social en Colombia, fue creado por la Organización Minuto de Dios¹⁴ en 2012, con el propósito de dar respuesta a necesidades de las comunidades más vulnerables a través de proyectos que generen valor social (Villa y Melo, 2015).

Ruta de la innovación social

La ruta de la innovación social del PCIS (2019a), que se describe en el anexo 1, es la metodología desarrollada para generar innovaciones sociales con las comunidades. Consta de siete etapas, clasificadas en dos grandes retos (figura 3, tabla 1).

Figura 3. Etapas de la ruta de innovación social.



¹⁴ La Organización Minuto de Dios está formada por varias instituciones con funciones muy específicas, que responden a la misión social de ayudar a las clases menos favorecidas. Cada una de estas empresas cuenta con su propia junta directiva y estructura administrativa.

Tabla 1. Retos y etapas de la ruta de la innovación social

Retos	Etapas
Gran reto 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alistar: Se definen el marco de referencia de la situación a mejorar, los aliados y los recursos que se utilizarán en el diseño de la nueva solución. 2. Entender: Se estructura la situación a mejorar, identificando los grupos de interés, los saberes tradicionales y las variables en torno a un problema central. 3. Analizar: Se validan y complementan los saberes tradicionales frente a conocimientos técnicos y tecnológicos, recolectando evidencias sobre las relaciones entre las variables identificadas. En este momento también se identifican soluciones ya creadas en otros contextos para problemas similares. 4. Crear: Corresponde al proceso de ideación y cocreación de la nueva solución con la comunidad, proceso a partir del cual se generan prototipos que luego serán validados. Es necesario anotar que en las fases previas —entender, analizar y crear— se desarrolla un diálogo de saberes entre la comunidad (conocimiento tradicional) y los investigadores (conocimiento científico). 5. Implementar: Es la ejecución y validación de los prototipos desarrollados con la comunidad.
Gran reto 2	<ol style="list-style-type: none"> 6. Empaquetar: Permite estructurar la solución cocreada con la comunidad como una <i>tecnología social</i>* que permita llevar a otras comunidades todo el conjunto de conocimientos, prácticas, métodos e instrumentos que fueron previamente validados. 7. Escalar: Se busca la apropiación de la tecnología social por parte de otras comunidades distintas a la cocreadora del proceso, adaptándola a diferentes contextos, aumentando así el número de personas beneficiadas.

*En el marco de la ruta de la innovación, una *tecnología social* es una innovación social que se ha construido como un conjunto de conocimientos, prácticas, métodos e instrumentos validados, que resolvieron una problemática en una comunidad, con el fin de facilitar el proceso de apropiación por parte de otras comunidades distintas a la cocreadora del proceso.

Fuente: Parque Científico de Innovación Social (2018).

Competencias lógico-matemáticas

En Colombia, la enseñanza de las matemáticas debe cimentarse a partir de los estándares básicos de aprendizaje establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para esta área de estudio en la cartilla *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Estos se componen de una estructura de saberes previamente establecidos por el MEN para todos los estudiantes en los niveles académicos desde grado primero de básica primaria hasta grado undécimo de educación media, en todas las áreas del saber.

Para el desarrollo de las sesiones de robótica en el marco de este proyecto, se determinó que, de los estándares establecidos por el MEN (1998) para los grados octavo y noveno, se emplearían los siguientes:

Pensamiento métrico y sistemas de medida

- Generalizo procedimientos de cálculo válidos para encontrar el área de regiones planas y el volumen de sólidos.
- Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y ángulos con niveles de precisión apropiados.
- Justifico la pertinencia de utilizar unidades de medida estandarizadas en situaciones tomadas de distintas ciencias.

Pensamiento espacial y sistemas geométricos

- Uso representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y en otras disciplinas.

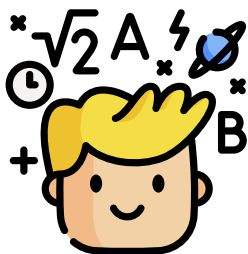
Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos

- Uso procesos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas.

Se tenía claro que para fundamentar el proyecto de Robótica Educativa en La Nohora se requería una propuesta pedagógica distinta, que utilizara estrategias disruptivas y que permitieran que tanto los investigadores como los estudiantes objeto de estudio, pudieran llevar a cabo un proceso exitoso de enseñanza y aprendizaje.

Por esta razón, se eligieron la educación STEM y el enfoque praxeológico para la fundamentación teórica y pedagógica del proyecto. Asimismo, se adoptó el enfoque metodológico de la ruta de la innovación social planteada por el PCIS para el desarrollo y ejecución de la estrategia.

En los capítulos siguientes se guía al lector a través de la estrategia implementada y se muestra cómo, mediante el trabajo mancomunado del equipo de investigadores, los profesores de la Institución Educativa y la comunidad escolar, se logró construir conocimiento e influir positivamente en la vida de los estudiantes que participaron del proceso formativo.





Gran Reto 1. Codiseñar entre comunidad e investigadores



La metodología utilizada en el proyecto se basó en la ruta de la innovación social del PCIS. El gran reto 1 incluye cuatro fases 1) alistar, 2) entender, 3) analizar, 4) crear y 5) implementar de la de la ruta. Además, se buscó articular el conocimiento formal (de los investigadores) con el conocimiento tradicional (de la comunidad), mediante un diálogo de saberes, para obtener un prototipo que posteriormente se implementaría en esta comunidad.

Cabe indicar que el presupuesto necesario para las tres primeras fases de este proyecto fue aportado por el programa Tecnología en Desarrollo de Software de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio.



Etapa 1. Alistar

Esta fase se inició en el segundo semestre de 2016 y se basó en su mayor parte en trabajo de oficina para generar ideas iniciales de solución y prever los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.

A continuación, se presenta el marco de referencia de la situación a mejorar y los involucrados en el proyecto, que se establecieron durante la primera etapa (alistar).

Marco de referencia

En este apartado se describen la situación problemática, el contexto poblacional y las ideas iniciales de solución que enmarcaron el desarrollo del proyecto.

Situación problemática

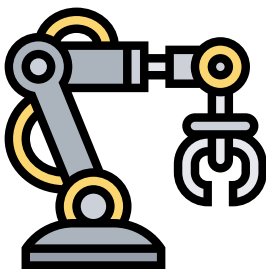
La comunidad en la que se ejecutó el proyecto se escogió a partir de un estudio realizado en años anteriores por el Centro de Educación para el Desarrollo (CED)¹⁵ de UNIMINUTO, sede Villavicencio. Dicho estudio reveló que parte de los jóvenes de la comunidad vulnerable estudiada, ubicada en el barrio La Nohora de la ciudad, tienden estar expuestos a distractores que perturban sus capacidades para aprovechar de manera óptima su tiempo y enfocar su atención a actividades productivas.

Las condiciones de vulnerabilidad y un entorno marcado por ambientes poco propicios para el crecimiento personal aportan variables adversas en círculos sociales cercanos. Tales variables hacen que los jóvenes sean propensos a actividades que ponen en riesgo su salud y fomentan situaciones que los incitan a involucrarse en actividades que causan desadaptación con su entorno, bajo rendimiento académico e incluso deserción escolar.

De la necesidad de plantear alternativas para esta población surgió el objeto del proyecto, que se llevó a cabo con el propósito de que los jóvenes utilizaran el tiempo adecuadamente y evitaran en lo posible participar en otras actividades que afectan negativamente el buen desarrollo de la personalidad y de las competencias ciudadanas o, en el caso de los estudiantes, el buen rendimiento académico.

Contexto poblacional

La Nohora queda a once kilómetros de Villavicencio, sobre la vía que va a Acacías (figura 4). Según Barraza Morelle y Caicedo Delgado (2007):



Se originó en 1999 con la llegada de 160 familias que venían desplazadas del Guaviare, Mapiripán y Puerto Alvira. En el 2001 las familias asentadas en este lugar eran aproximadamente 480 debido a que más personas desplazadas

¹⁵ El CED (<http://umd.uniminuto.edu/web/ced>) es una unidad de la Dirección de Proyección Social de UNIMINUTO, derivada del ejercicio académico que se encarga de articular los programas académicos al servicio social en comunidades o instituciones sociales.

y en situación de vulnerabilidad provenientes de Villavicencio se asentaron ahí. La Nohora es, de todos los barrios, el que se encuentra en mayores condiciones de subnormalidad. Las casas aún son de «par'hoy»¹⁶ y la vulnerabilidad social es evidente. Al iniciarse la invasión, como en los demás casos, participaron tres tipos de población: los invasores profesionales, los desplazados y población en situación de vulnerabilidad por pobreza. Aún no tienen servicio de acueducto y se surten de agua de la cordillera.

Figura 4. Cómo llegar al barrio La Nohora desde Villavicencio.



Fuente: Google Maps.

¹⁶ Se llama «par'hoy» (para hoy) el material que se utiliza para construir las casas, consistente en materiales de desecho tales como tablas, cartones, tela asfáltica o plástico.

En la figura 5 se puede observar la entrada a la comunidad participante de esta iniciativa.

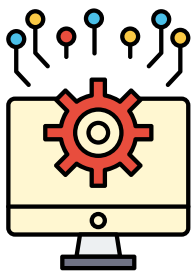
Figura 5. Entrada principal al barrio La Nohora.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

Se estima que el barrio La Nohora actualmente tiene una población de 4.000 habitantes para una ocupación de 5 m² por persona. A estas condiciones se suma el hecho de que la comunidad aún cuenta con rudimentarios acopios de agua para el consumo y la disposición de excretas (Hernández Castillo, 2018).

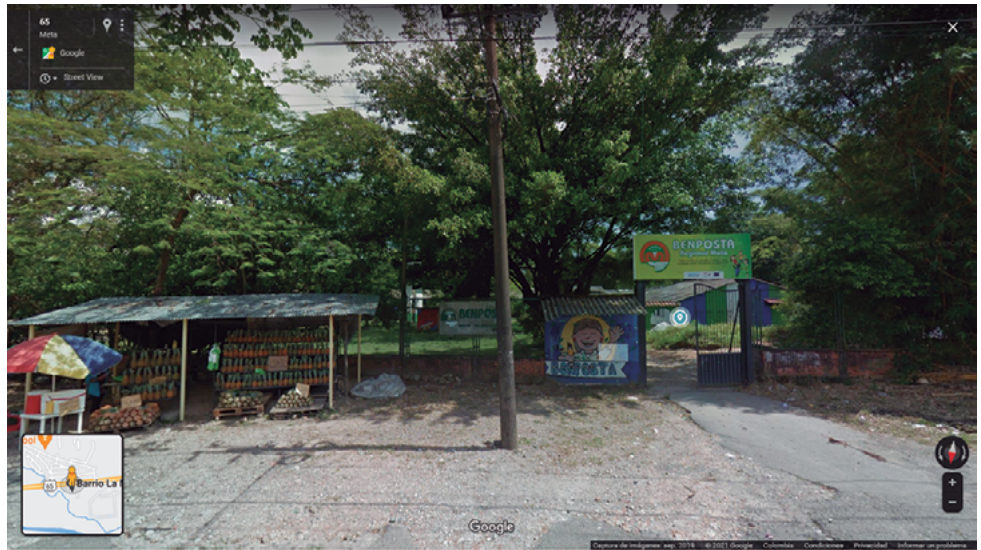
Involucrados



Luego de haber hecho un acercamiento a la problemática de la comunidad, se delimitó la población objetivo y se determinó que la mejor opción era trabajar con los estudiantes de la Institución Educativa Simón Bolívar¹⁷ de la Sede Campestre de La Nohora, que es el plantel educativo más cercano a la comunidad seleccionada. En las figuras 6 y 7 se pueden observar las instalaciones y la entrada a la Institución Educativa.

17 La Institución Educativa Simón Bolívar es un plantel oficial de educación preescolar, primaria, secundaria y media.

Figura 6. Entrada a la Institución Educativa Simón Bolívar, sede La Nohora.



Fuente: Google Maps.

Figura 7. Institución Educativa Simón Bolívar.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

Posteriormente, las directivas de la Institución Educativa seleccionaron a 15 estudiantes de grado noveno de educación básica para participar en el proyecto, según criterios definidos por los directivos. El hecho de que la muestra fuera de 15 estudiantes obedeció únicamente a una restricción en la disponibilidad del recurso humano y tecnológico, puesto que el equipo de investigadores contaba solo con tres robots, y agrupar más de cinco personas en cada equipo de trabajo podría influir negativamente en los objetivos del proyecto.

Cabe señalar que por ser menores de edad los participantes y beneficiados, se diligenció con los padres de familia un consentimiento informado de las actividades que se iban a realizar con los estudiantes. Asimismo, se realizó con padres y estudiantes una reunión de contextualización, en la cual se compartió el objetivo del proyecto y el alcance de este con todos los participantes.

Ideas iniciales de solución

Debido a la naturaleza del Programa de Tecnología en Desarrollo de Software al cual están adscritos los investigadores, se plantearon diversas ideas de solución que implicaban el uso de la tecnología.

La primera idea de solución que se propuso planteaba fortalecer el razonamiento lógico de los estudiantes a través de la resolución de retos, mediante la creación de videojuegos, utilizando la herramienta tecnológica Kodu.

Kodu es una herramienta de *software* que se puede descargar libremente de internet (<http://www.kodugamelab.com>), y permite que los niños creen juegos en el PC y Xbox¹⁸, a través de un lenguaje de programación visual¹⁹ simple. Se puede utilizar para enseñar creatividad, resolución de problemas, narración de historias y programación. Cualquier persona, sin importar su edad, puede usar esta herramienta para hacer un videojuego, sin necesidad de tener habilidades de diseño o de programación.

¹⁸ Xbox es una consola (sistema electrónico) de videojuegos producida por Microsoft.

¹⁹ La programación visual es un tipo de programación que permite desarrollar programas escribiendo poco o nada de código.



Programación: La programación de computadoras es el proceso de componer y organizar un conjunto de instrucciones. Estas le indican a una computadora/*software* qué hacer en un lenguaje comprensible para la computadora. Tales instrucciones pueden presentarse en diferentes lenguajes.

El equipo de trabajo que lideró este proyecto estaba conformado por cuatro profesores del programa de Tecnología en Desarrollo de Software de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO en Villavicencio, quienes desempeñaron diferentes roles que hicieron posible el desarrollo del proyecto.

Esta idea fue analizada, discutida y finalmente descartada por los investigadores, porque se requerían computadores e infraestructura física adecuados que esta comunidad infortunadamente no tiene.

La segunda idea de solución se centró en fortalecer el razonamiento lógico y matemático de los estudiantes mediante el aprendizaje de la robótica con Arduino (<https://www.arduino.cc>), una plataforma electrónica de código abierto basada en *hardware* y *software* fáciles de usar.

Esta segunda idea también se descartó, pues se consideró que ensamblar el dispositivo electrónico para su funcionamiento sería una tarea complicada para los estudiantes. Además, se pensó que las partes que componen la placa no son suficientemente resistentes a los golpes y caídas a los que probablemente estarían expuestas al ser manipuladas por estudiantes jóvenes.

La tercera idea de solución consistía en aprovechar la enseñanza de la robótica como herramienta para fortalecer las habilidades matemáticas de los estudiantes. El avance de esta idea dependía de encontrar un dispositivo más resistente, con el cual se pudieran implementar las prácticas de robótica en un ambiente real.

En cualquiera de las tres ideas de solución planteadas, aprender robótica no sería la meta del proyecto, sino el medio con el cual se intentaría mitigar algunos aspectos de la situación problemática identificada.

Equipo de trabajo

El equipo de trabajo que lideró este proyecto estaba conformado por cuatro profesores del programa de Tecnología en Desarrollo de Software de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO en Villavicencio, quienes desempeñaron diferentes roles que hicieron posible el desarrollo del proyecto.

Equipo operativo

Para la ejecución del proyecto se contó con un equipo operativo²⁰ multidisciplinario, capacitado para aportar ideas desde los conocimientos y experiencia de cada perfil profesional.

²⁰ Los detalles de cada integrante del equipo de trabajo se pueden encontrar al inicio de este libro.

El equipo estuvo conformado por una licenciada en Matemáticas y Física, dos ingenieros de sistemas y un ingeniero electrónico. El apoyo en cuanto a documentación y demás actividades técnicas estuvo a cargo de un estudiante del Programa de Tecnología en Desarrollo de Software.

Gestores de innovación social

La necesidad de contar con un gestor de innovación social en el proyecto se suplió, puesto que dos de los investigadores fueron formados y certificados como gestores de innovación social por el Parque Científico de Innovación Social entre 2017 y 2018.

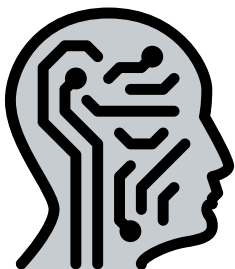
Mecanismos de coordinación

Se estableció un plan de seguimiento al proyecto, que incluía reuniones periódicas de los investigadores con la comunidad y los directivos de la Institución Educativa, además de visitas de campo.

Aliados locales

A través de reuniones con las directivas de la Institución Educativa Simón Bolívar y con el presidente de la Junta de Acción Comunal²¹ se establecieron alianzas de participación, mediante acuerdos mutuos sobre las contribuciones que aportaría cada una de las partes involucradas en el proyecto. El resultado de los acuerdos se describe a continuación:

- La Institución Educativa suministró el espacio físico para la ejecución de los encuentros en el aula.
- La Junta de Acción Comunal apoyó el proceso de acercamiento y comunicación con los padres de familia y con la comunidad en general.
- El Programa de Tecnología en Desarrollo de Software de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio, aportó: el profesor encargado de estar en contacto



²¹ «Junta de Acción comunal es una corporación cívica sin ánimo de lucro compuesta por los vecinos de un lugar, que aúnan esfuerzos y recursos para procurar la solución de las necesidades más sentidas de la comunidad» (Decreto 1930 de 1979).

con los estudiantes, las guías de aprendizaje y el préstamo de los kits de robótica, junto con los computadores portátiles equipados con el *software* necesario para programar los robots.

Grupos de investigación

Los grupos de investigación que apoyaron este proyecto fueron Trabajo de Llano y GITSAI, ambos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios -UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía.

Planear

En esta fase se definió el alcance de la ruta de innovación social, el cronograma de actividades junto con el recurso humano responsable y el presupuesto asignado para la implementación.

Alcance de la ruta de la innovación social

Se estableció que con este proyecto se cubrirían todas las etapas del gran reto 1, que solamente se llevarían a cabo las etapas implementar y empaquetar del gran reto 2, y que se dejaría pendiente la etapa de escalar.

Teniendo clara la situación problemática y el alcance de la ruta de innovación social, se planteó el objetivo general del proyecto:

«Fomentar la práctica de las habilidades matemáticas y las competencias ciudadanas de los estudiantes de noveno grado de educación básica del barrio La Nohora en Villavicencio, mediante la enseñanza de la robótica».

A partir del objetivo general, se definieron los siguientes objetivos específicos:

- Estimular el razonamiento lógico y matemático en los estudiantes.
- Proponer retos a los estudiantes que impliquen ser solucionados mediante la programación visual, las matemáticas y la robótica.
- Motivar al estudiante a poner en práctica las habilidades de aprendizaje e innovación: 4C (pensamiento crítico, comunicación, colaboración y comunicación) y liderazgo.



Ruta de innovación

social: Es la metodología desarrollada por el Parque Científico de Innovación Social, PCIS, para generar innovaciones sociales con las comunidades. Consta de siete etapas que permiten el desarrollo y la consolidación de una innovación social.

Cronograma de actividades y responsables

Tras establecer los objetivos del proyecto, se elaboró un cronograma de actividades y responsabilidades (tabla 2).

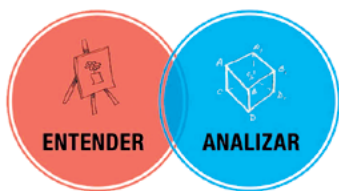
Tabla 2. Cronograma de actividades y respectivos responsables

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Responsable
Firma de acta de inicio del proyecto.	■									Investigador 4
Diseño de las guías.		■								Investigador 2 y 4
Aplicación prueba diagnóstica.		■								Investigador 1
Entrega del informe de la prueba de diagnóstico.			■							Investigador 3
1 ^{er} encuentro en el aula de clase.				■						Investigador 1
Entrega del primer informe de avance.				■						Entrega del primer informe de avance
2 ^{do} encuentro en el aula de clase.					■					Investigador 1
3 ^{er} encuentro en el aula de clase.						■				Investigador 1
Socialización de resultados con la comunidad y entrega de certificados a estudiantes.							■			Todos
Construcción del informe final.							■			Investigador 3 y 4
Entrega de informe final.								■		Investigador 3
Liquidación del proyecto.									■	Investigador 4

Fuente: Autores.

Financiación inicial

Con el fin de obtener recursos para las etapas de crear e implementar, se decidió orientar los esfuerzos a obtener financiación interna, mediante convocatorias de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía, puesto que este sería el primer proyecto de estas características desarrollado en la sede de Villavicencio.



Etapa 2. Entender

En esta etapa se partió de la situación a mejorar y se finalizó con el planteamiento de la situación estructurada. Para alcanzar esa meta era necesario conocer mejor el grupo de interés, los saberes tradicionales y las variables en torno al problema central, lo que se logró a través del trabajo con la comunidad, basado en tres componentes principales: observar, escuchar y sentir.

Análisis de la situación problemática

Con el fin de tener un primer acercamiento con la comunidad, se realizaron entrevistas y conversatorios dirigidos a los padres de los estudiantes seleccionados para el desarrollo del proyecto.

Entrevistas a padres de familia

Se recolectaron los datos necesarios por medio de entrevistas y conversatorios con padres de familia integrantes de la Junta de Acción Comunal del barrio, con el fin de conocer, de primera mano, su percepción sobre las variables que influyen en la problemática de la comunidad.

Con las primeras preguntas se evidenció que la población de padres de familia tiene una formación académica fundamentalmente en primaria y en secundaria. La escolaridad de las personas a quienes se les aplicó el instrumento va desde tercero de primaria hasta grado 11 de bachillerato, y las edades de sus hijos están entre 4 a 18 años. A continuación, se describen las respuestas a las preguntas de la entrevista, con su correspondiente interpretación por parte de los investigadores.

¿Sabe usted qué hacen sus hijos en el tiempo libre?

Los padres manifestaron que sus hijos lo utilizaban principalmente para dormir, ver televisión, hacer tareas y repasar lo visto en clase. Resaltaron que algunos niños participaban en programas recreativos y deportivos, liderados por el Instituto Municipal de Deporte y

Con respecto a las expectativas del proyecto, algunos padres de familia manifestaron interés y argumentaron que sus hijos podrían desarrollar capacidades y compartir conocimientos con sus otros compañeros del colegio.

Recreación, IMDER²², de Villavicencio, y también por la Pastoral Social, a través de las hermanitas de una congregación que ellos denominan Caminos de la Esperanza. Indicaron también que la Pastoral Social suministraba eventualmente uniformes y libros.

¿Qué opinión tiene acerca de la participación de su hijo en el proyecto?

Un padre de familia manifestó: «Es la primera vez que veo esto. Esta tecnología de robótica me parece excelente, estoy muy contento y le agradezco a UNIMINUTO».

¿Su hijo le ha manifestado tener dificultades en el aprendizaje de las matemáticas? ¿Cuáles temas en particular?

Los padres de familia manifestaron que algunos de sus hijos sí habían reportado dificultades en fraccionarios, álgebra y ecuaciones.

Una madre de familia dijo que consideraba que uno de los motivos de la dificultad era que no se abordaban completamente los contenidos correspondientes al curso y que el estudiante, cuando pasaba al grado siguiente, debía aprender temáticas más avanzadas.

¿Qué expectativas tiene del proyecto?

Algunos padres de familia manifestaron interés y argumentaron que sus hijos podrían desarrollar capacidades y compartir conocimientos con sus otros compañeros del colegio.

Prueba diagnóstica aplicada a estudiantes

En esta etapa se diseñó la prueba diagnóstica que se aplicó a los estudiantes para determinar las debilidades y fortalezas de cada uno respecto a sus habilidades en matemáticas (cuadro 1). Los resultados de estas pruebas se analizaron y fueron el insumo principal para el diseño de la solución.

²² Es un organismo descentralizado que tiene la misión de promover el deporte, la actividad física, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, mediante la planeación y ejecución de programas y proyectos articulados con el Plan de Gobierno.

Cuadro 1. Prueba diagnóstica de habilidades en matemáticas

La siguiente prueba diagnóstica consta de diez preguntas de selección múltiple con única respuesta. Por favor, indique en la hoja la respuesta verdadera a partir de sus conocimientos.

1. Al realizar el despeje de la ecuación, $4x - 7 = -15$, el valor que toma la variable x es:

- a. $x = 2$
- b. $x = -2$
- c. $x = 11$
- d. $x = -11$

2. Al realizar el despeje de la ecuación, $3(2x - 4) = 3x - 5$, el valor que toma la variable x es:

- a. $x = 7/3$
- b. $x = 7/9$
- c. $x = -17/3$
- d. $x = -17/9$

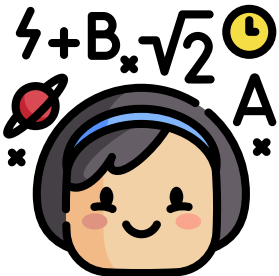
3. Al realizar el despeje de la ecuación $(-5x+3)/4=(2x+6)/3$, el valor que toma la variable x es:

- a. $x = -23/15$
- b. $x = 23/15$
- c. $x = -15/23$
- d. $x = -15/23$

4. Al hallar el perímetro de la figura, el resultado obtenido es:

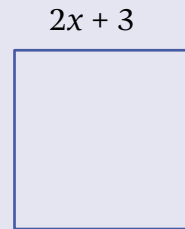
- a. 8 cm
- b. 16 cm
- c. 24 cm
- d. 32 cm

8 cm.



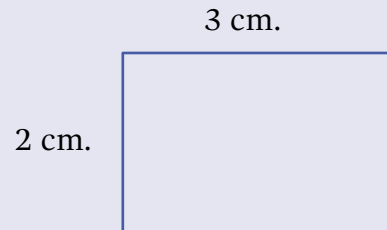
5. Al hallar el perímetro de la figura, a partir de los valores suministrados, el resultado obtenido es:

- a. $-3/2$
- b. $6x$
- c. $8x + 12$
- d. $6x + 12$



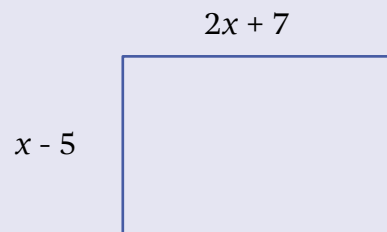
6. Al hallar el perímetro de la figura, a partir de los datos suministrados, el resultado obtenido es:

- a. 3 cm
- b. 5 cm
- c. 8 cm
- d. 10 cm



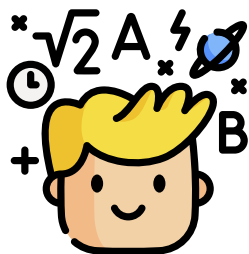
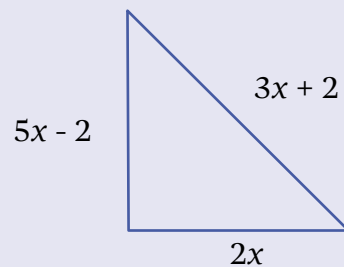
7. Al hallar el perímetro de la figura, a partir de los datos suministrados, el resultado obtenido es:

- a. $5x + 7$
- b. $3x + 12$
- c. $6x + 4$
- d. $3x^2 - 2$



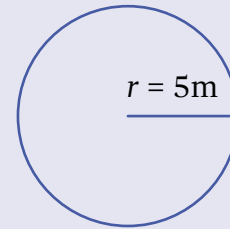
8. Al hallar el perímetro de la figura, el resultado obtenido es:

- a. $5x - 4$
- b. $3x$
- c. $10x$
- d. $6x + 2$



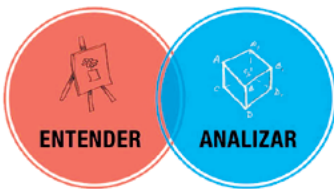
9. Si el perímetro de una circunferencia está dado por $C=2 \pi r$ y se sabe que su radio $r=5$ m, su perímetro es:

- a. $C=10$ m
- b. $C=3,14$ m
- c. $C=31,4$ m
- d. $C=314$ m



10. Un auto tiene una llanta con un radio $r=5$ m. Se sabe que al carro se le escapó una gran cantidad de aire y el radio actual de la llanta es de $r=2$ m, por lo tanto, el perímetro es:

- a. $C=2$ m
- b. $C=4$ m
- c. $C=10,5$ m
- d. $C=12,5$ m



Etapa 3. Analizar

El trabajo en esta etapa se centra en la revisión documental. Asimismo, se validan y complementan los saberes tradicionales frente a conocimientos técnicos y tecnológicos, recolectando evidencias sobre las relaciones entre las variables identificadas. En este momento también se identifican soluciones ya creadas en otros contextos para problemas similares.

Revisión y viabilidad de soluciones implementadas en otros lugares

Con el fin de identificar las iniciativas similares más importantes que se llevan a cabo en otros lugares, se realizó una revisión a nivel global, nacional y local.

Academia de Robótica de la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos

En cuanto a los referentes a nivel mundial en este tipo de proyectos, se destaca que la Academia de Robótica de Carnegie Mellon²³ estudia cómo los profesores usan robots en las aulas para enseñar ciencias de la computación, ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (CS-STEM, por sus siglas en inglés) y de esta manera entusiasmar a los estudiantes sobre ciencia y tecnología.

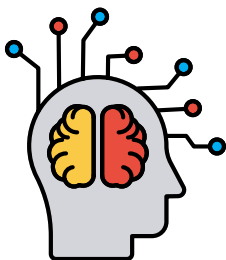
Las ciencias de la computación son una mezcla de todas las categorías STEM, porque involucran ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Las ciencias de la computación estudian cómo crear un nuevo *software*, resolver problemas informáticos y desarrollar diferentes formas de utilizar la tecnología, inventar nuevas computadoras, robots y más.

Programa STEM Robotics del PCIS

Luego de haber identificado que a nivel global existe al menos una solución que también utiliza la robótica como herramienta, se procedió a realizar una búsqueda sobre soluciones implementadas en el ámbito nacional, y se halló que el PCIS había creado el programa STEM Robotics:

STEM Robotics es una metodología desarrollada por la Escuela de Robótica de la Universidad Carnegie Mellon en Estados Unidos y apropiada por el PCIS de UNIMINUTO. Este programa ilustra la metodología aplicada de «aprender – haciendo» centrada en el estudiante, basada en la Educación STEM (PCIS, 2019b).

Para proceder con esta metodología en el aula de clase, se forman grupos de trabajo conformado por los estudiantes participantes, cada equipo cuenta con un computador y un kit de robótica que servirán como herramienta para resolver un reto planteado por el profesor que anteriormente explicó los conceptos matemáticos, tecnológicos y de programación necesarios para resolver el reto.



²³ La Universidad Carnegie Mellon está en Pittsburgh, Pensilvania, y es de las más destacadas en investigación superior en los Estados Unidos en el área de ciencias de la computación y robótica. Puede obtenerse más información sobre este programa en el sitio web de la Academia: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy>.

Según el reporte de 2016 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)²⁵ sobre el rendimiento matemático en las pruebas PISA 2015, las mejores puntuaciones las obtuvieron Singapur, Hong Kong (China) y Macao (China) que ocuparon los tres primeros lugares

Otras iniciativas a nivel local

Una de las entidades de carácter privado que ha tenido una iniciativa similar empleando la robótica es ParqueSoft Meta²⁴, con el proyecto Rovofic (<https://es-la.facebook.com/rovofofic>), una escuela de robótica que busca que niños y jóvenes aprendan a programar utilizando la robótica y la impresión 3D, mediante el desarrollo de habilidades, como la concentración, el trabajo en equipo y soluciones dinámicas, de una manera lúdica, resolviendo conflictos y superando retos.

Existen investigaciones similares, como las impulsadas por la Universidad de los Llanos, en las cuales se ha utilizado la robótica como estrategia pedagógica innovadora para la enseñanza con resultados exitosos (Vargas Guativa et al., 2017).

Asimismo, en el sector público, se encontró que la Biblioteca Germán Arciniegas de Villavicencio también ha adelantado cursos vacacionales de robótica para niños (Vive el Meta, 2018).

Análisis del contexto

En vista de que una de las problemáticas que abordó el proyecto se relacionaba con el bajo rendimiento de los estudiantes en el área de matemáticas, se hizo una revisión con el fin de comparar el desempeño en matemáticas de los estudiantes de Colombia con otros países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) según un reporte del año 2015; además, se identificó cómo es el proceso de admisión de los estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Vicerrectoría Regional Orinoquía.

Contexto global

Según el reporte de 2016 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)²⁵ sobre el rendimiento matemático

²⁴ ParqueSoft es uno de los principales proveedores de soluciones de conocimiento y tecnologías de la Información (TI), servicios profesionales relacionados e integrador de sistemas para el mercado de América Latina. Sitio web: <http://parquesoftmeta.com>

²⁵ La OCDE es una organización intergubernamental en la que los países comparan, intercambian experiencias en políticas públicas, identifican mejores prácticas, promueven decisiones y recomendaciones, y mediante esos y otros instrumentos legales, acuerdan y se comprometen con estándares de alto nivel técnico y avanzada voluntad política. Los datos de los resultados de las pruebas PISA se puede consultar en la biblioteca virtual de esta organización (OECDlibrary: <https://doi.org/10.1787/d3c1c3ea-en>).

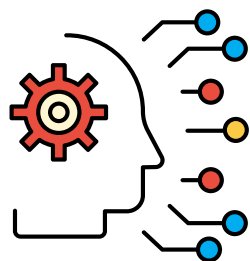


en las pruebas PISA 2015, las mejores puntuaciones las obtuvieron Singapur, Hong Kong (China) y Macao (China) que ocuparon los tres primeros lugares (tabla 3).

Tabla 3. Desempeño en matemáticas de los estudiantes de países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), 2015

Ubicación	Valor
Singapur	564
Hong Kong, China	548
Macao, China	544
China Taipéi	542
Japón	532
Corea	524
Suiza	521
Estonia	520
Canadá	516
Países Bajos	512
Dinamarca	511
Finlandia	511
Eslovenia	510
Bélgica	507
Alemania	506
Irlanda	504
Polonia	504
Noruega	502
Austria	497
Nueva Zelanda	495
Australia	494
Suecia	494

Ubicación	Valor
Rusia	494
Francia	493
República Checa	492
Portugal	492
Reino Unido	492
Italia	490
Promedio OCDE	490
Islandia	488
Luxemburgo	486
España	486
aLetonia	482
Hungría	477
Eslovaquia	475
Estados Unidos	470
Israel	470
Grecia	454
Chile	423
Turquía	420
México	408
Colombia	390
Perú	387
Indonesia	386
Brasil	377



Fuente: <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm>

La Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede Villavicencio, en su proceso de admisión no les cierra las puertas a algunos estudiantes que, en el momento de inscribirse al programa de su interés, cuentan con competencias de lógica matemática por debajo de los promedios nacionales y locales.

En ese mismo año, Colombia obtuvo un puntaje de 390, muy por debajo del promedio de la OCDE (490) y quedó ubicada en las últimas cuatro posiciones en un *ranking* hecho con 45 países, superando únicamente a Perú, Indonesia y Brasil (tabla 4).

Tabla 4. Desempeño en matemáticas de las pruebas PISA en países de América Latina, 2015

Ubicación	Valor
Chile	423
México	408
Colombia	390
Perú	387
Brasil	377

Fuente: <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm>

Contexto local

La Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede Villavicencio, en su proceso de admisión no les cierra las puertas a algunos estudiantes que, en el momento de inscribirse al programa de su interés, cuentan con competencias de lógica matemática por debajo de los promedios nacionales y locales. Esto hace que los estudiantes tengan dificultades para aprobar los cursos del Plan de Estudios del programa²⁶ que requieren habilidades previas en matemáticas.

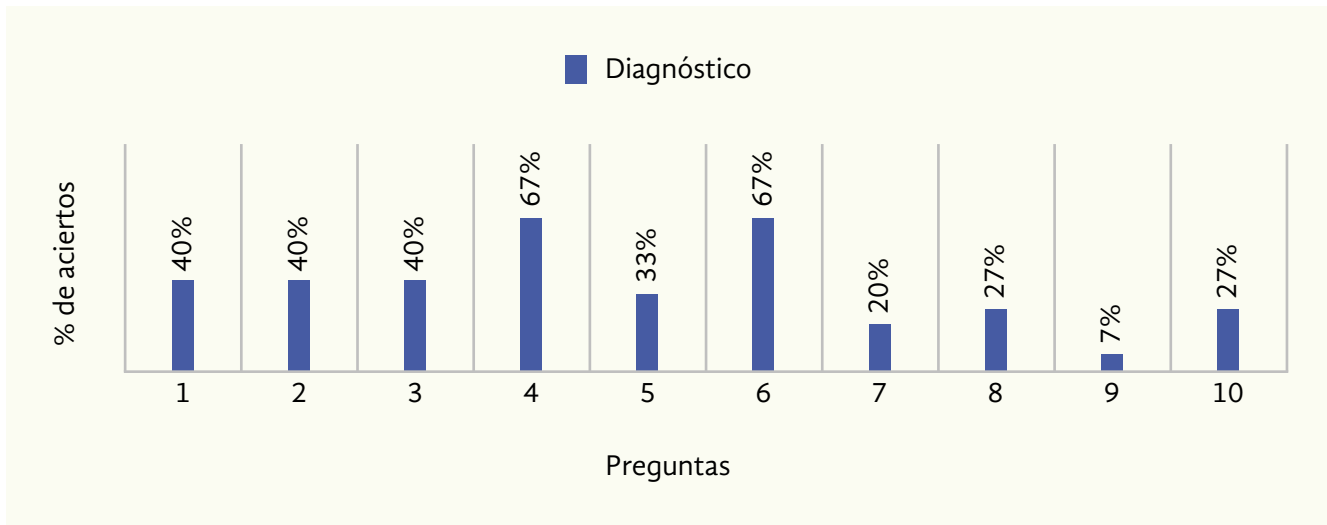
Análisis de los involucrados

A partir de los resultados de la prueba diagnóstica, compuesta de 10 preguntas y aplicada a los 15 estudiantes participantes, se evidencia que solamente 2 estudiantes que equivalen al 13 % de la población en estudio, aprobaron la prueba diagnóstica con un puntaje superior al 60 %.

Estos resultados (véase la figura 8) fueron el insumo principal para el ajuste de los temas relacionados con las matemáticas, necesarios para el desarrollo del proyecto.

²⁶ El Plan de Estudios puede consultarse en el sitio web institucional: <http://www.uniminuto.edu/documents/935233/5308163/104206.pdf>

Figura 8. Porcentaje de aciertos por cada pregunta.



Fuente: Autores.

A partir de los resultados es posible evidenciar que el 87 % de los estudiantes tienen problemas para resolver ejercicios algebraicos, despeje de ecuaciones y aplicación de la ecuación de la circunferencia. Cabe resaltar que en las preguntas 4 y 6, relacionadas con el cálculo de perímetros de figuras geométricas, al menos el 67 % de los estudiantes respondieron acertadamente. Las preguntas 5, 7, 8, 9 y 10, relacionadas con geometría y despeje de ecuaciones, tuvieron solamente un 23 % de aciertos en promedio.



Etapa 4. Crear

Esta etapa corresponde al proceso de ideación y cocreación del prototipo de solución, en conjunto con la comunidad, y de generación de prototipos, que luego son validados mediante un diálogo de saberes entre la comunidad (conocimiento tradicional) y los investigadores (conocimiento científico).

Conformar el equipo de trabajo

En esta etapa de la ruta de la innovación social, el equipo investigador delegó responsabilidades a cada uno de los integrantes, según su experiencia académica y laboral.

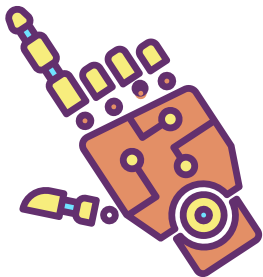
Seleccionar y preparar personas del equipo

En esta etapa de la ruta de la innovación social, el equipo investigador delegó responsabilidades a cada uno de los integrantes según su experiencia académica y laboral. Los investigadores con conocimientos en electrónica o programación realizaron una visita al PCIS con el fin de recibir recomendaciones y sugerencias para la adecuada ejecución del proyecto, teniendo en cuenta la experiencia de los integrantes del Programa STEM Robotics. Como parte de ese mismo ejercicio, los investigadores recibieron una capacitación en el uso y programación del robot (figura 9).

Figura 9. Investigadores capacitándose en programación del robot LEGO Mindstorms.



Fuente: <https://www.facebook.com/ingenieria16/posts/669045296611955>



Diseñar soluciones

Haber profundizado en los referentes teóricos y hecho el recorrido por las etapas de alistar, entender y analizar de la ruta de la innovación social fundamentó la decisión de seleccionar una

La elección del robot como herramienta para implementar la solución se fundamentó en el hecho de que se requería un dispositivo de hardware que resistiera las adversidades del entorno, como los golpes, las caídas, los apretones, etc.

solución basada en la educación STEM. Asimismo, se eligió la enseñanza de la robótica como un medio novedoso y llamativo para mejorar en los estudiantes las habilidades en matemáticas y de aprendizaje e innovación contenidas en el Marco P21, por medio de la solución de retos que requerirían la programación de un robot.

El robot

La elección del robot como herramienta para implementar la solución se fundamentó en el hecho de que se requería un dispositivo de *hardware* que resistiera las adversidades del entorno, como los golpes, las caídas, los apretones, etc. A partir de ello, se indagó con el Parque Científico de Innovación Social sobre este requerimiento para el proyecto y se logró gestionar el préstamo de tres kits de robótica Lego MindStorms NXT (figura 10).

Figura 10. Robot Lego Mindstorms NXT.



Fuente: <https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313>

Mindstorms NXT es un kit con varios tipos de sensores, motores y bloques programables. El kit NXT se proporciona con un *software* de programación visual. El programador novato puede hacer fácilmente un programa para el robot (Kim y Jeon, 2007).

Trabajo con estudiantes

Las sesiones en el aula de clase con los estudiantes se basaron en tres guías de aprendizaje diseñadas por los autores de este documento. Cada guía se dividió en dos sesiones que abarcaban un mismo tema, y se trabajó con los estudiantes durante el desarrollo de las clases:

- Guía 1 (sesiones 1 y 2): Ecuaciones de primer grado.
- Guía 2 (sesiones 3 y 4): Longitud y proporcionalidad.
- Guía 3 (sesiones 5 y 6): Velocidad.

Guía de trabajo para el estudiante

Se diseñó un borrador de guía que sería validada por los pares. (la guía final se muestra en la etapa empaquetar del gran reto 2).



Etapa 5. Implementar

En esta etapa se realizó la ejecución y validación de los prototipos desarrollados en conjunto con la comunidad.

Financiación

El proyecto se presentó en la I Convocatoria de Apoyo Económico a Proyectos Sociales y/o de Innovación Social de la Vicerrectoría Regional Llanos²⁷, de la Dirección de Proyección Social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio, que se llevó a cabo en agosto de 2017. Haber sido seleccionados en esta convocatoria permitió obtener los recursos económicos necesarios para llevar a cabo tres encuentros en el aula de clase.

²⁷ Hoy denominada Vicerrectoría Regional Orinoquía.

La socialización se realizó con la asistencia de: un representante de la Junta de Acción Comunal, el profesor de matemáticas, la coordinadora y el rector de la Institución Educativa Simón Bolívar.

Implementación

La implementación del proyecto se inició con la comunidad previamente seleccionada, aplicando las sesiones de trabajo con los estudiantes, tal como se describe a continuación.

Gerencia del proyecto

La gerencia del proyecto fue asumida por uno de los investigadores y se basó en la realización de reuniones periódicas cortas para el seguimiento y control de la implementación del proyecto.

Actividades con la comunidad

A continuación, se describen las actividades realizadas con la comunidad.

Socialización del proyecto

La socialización se realizó con la asistencia de: un representante de la Junta de Acción Comunal, el profesor de matemáticas, la coordinadora y el rector de la Institución Educativa Simón Bolívar. Durante la socialización se dio a conocer el proyecto y se atendieron dudas y sugerencias (figura 11).

Figura 11. Socialización del proyecto ante la comunidad.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

Sesiones 1 y 2

Durante las dos primeras sesiones (figuras 12 y 13) los estudiantes utilizaron la primera guía de aprendizaje: Ecuaciones de primer grado.

Figura 12. Estudiantes recibiendo la teoría del primer encuentro.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

Figura 13. Estudiantes resolviendo retos en el primer encuentro.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

Sesiones 3 y 4

En estas sesiones los estudiantes resolvieron retos matemáticos que implicaban poner en práctica conocimientos sobre longitud y proporcionalidad (figura 14).

Figura 14. Estudiantes manipulando el robot en el segundo encuentro.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.

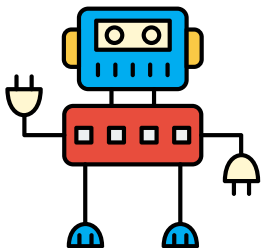
Sesiones 5 y 6

En estas sesiones los estudiantes practicaron los conceptos de: distancia, tiempo y velocidad (figura 15).

Figura 15. Estudiantes analizando un reto durante el tercer encuentro.



Fotografía: Wilmer Hernández Álvarez.



En una reunión con la comunidad, se expusieron los resultados del proyecto. Posteriormente, se planteó una pregunta enfocada a conocer sugerencias y expectativas para una futura implementación del proyecto.

En este último encuentro también se aplicó la evaluación formativa y se grabó un video de testimonios²⁸ de algunos estudiantes.

Clausura

En el evento de clausura de la implementación del prototipo se entregaron los certificados de participación a los estudiantes. A este evento asistieron la coordinadora y el rector de la Institución Educativa Simón Bolívar, además de padres de familia, estudiantes y representantes de la Junta de Acción Comunal (figura 16).

Figura 16. Comunidad y academia en la clausura.



Fuente: <https://www.flickr.com/photos/uniminutovcio/albums/72157692702544905>

Divulgación del proyecto

En una reunión con la comunidad, representada por la Junta de Acción Comunal, se expusieron los resultados del proyecto. Posteriormente, se planteó una pregunta enfocada a conocer sugerencias y expectativas para una futura implementación del proyecto. Esta conversación se transcribe en el siguiente apartado.

²⁸ El video se encuentra disponible en <https://www.facebook.com/minutoymedios/videos/1962251270659154>

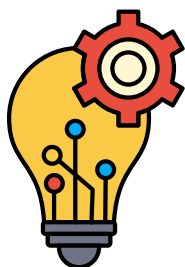
Divulgación de los resultados a la comunidad

JAC: Sería solicitar que se hiciera una muestra antes de clausurar, con lo que los muchachos aprendieron, competencias, etcétera. No sé hasta qué punto sea tan fácil eso, porque eso sería ya como una ingeniería, poder fabricar un robot que haga otras cositas.

JAC: O que nos regalen un computador, o nos lo consigan, aunque no sería la esencia del tema; igual, si lo regalan, bienvenido. Yo no le veo mucho problema a eso.

Investigador: Porque por ejemplo nosotros podríamos eventualmente ejecutar otras sesiones en el colegio, aparte de hacer la sesión de clausura, podríamos hacer, previo a la clausura, una sesión de muestra. Digamos, hablando de la idea pequeña de mostrar lo que ellos hicieron; que cada equipo muestre lo que hizo y se podría hacer una competencia. Además, ese aparato es muy versátil para que ellos lo programen, y no les toma mucho tiempo en poder hacer una carrera o algo así. Eso sería tenido en cuenta para futuras ejecuciones de lo que nosotros hagamos aquí o en algún otro lugar. Lo que nosotros vamos a hacer es formular una idea, pero la formulación de esa idea no implica que ya con eso se ejecute. La ejecución depende de que haya el recurso, de que la entidad patrocinadora, sea el Ministerio de las TIC²⁹, o Minciencias³⁰, o el Fondo de Regalías³¹ diga «aquí está la plata para qué hagan lo que ustedes quieran hacer».

Investigador: Yo lo que veo es que ya estamos en un nivel en que podemos tratar de conseguir recursos. Con el proyecto de Robótica Educativa en La Nohora, nosotros arrancamos



-
- ²⁹ El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, MinTIC, es un ministerio colombiano que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- ³⁰ El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Minciencias, depende de la presidencia de la República de Colombia y lidera el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.
- ³¹ El Sistema General de Regalías es una entidad gubernamental de la República de Colombia que se encarga de velar por el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios.

...quedaría bien la sala de computación, porque aquí no hay nada, y así los niños no tienen que estar de un lado para otro. Por eso yo digo que aquí hace falta eso, porque aquí no hay nada. Se necesita una sala de sistemas....

con algo muy pequeño, una iniciativa. El proyecto ha ganado tres convocatorias de la universidad; me siento orgulloso y mis compañeros también, porque, por ejemplo, en la última ganamos a nivel nacional en UNIMINUTO... participaron con más de 200 proyectos. Eso significa que algo estamos haciendo bien para que a la gente le guste y diga «vea están aportando algo allá». Más por la comunidad, que es lo más importante; para nosotros siempre lo más importante va a ser el ser humano. Habría una iniciativa, en caso de continuar con el proyecto como tal de robótica. Estos equipos, a nosotros nos los prestó el Parque Científico Innovación Social, que es una empresa que tiene la UNIMINUTO en Bogotá. Fuimos, hablamos, y dijimos que queríamos llevar este programa, este refuerzo en matemáticas, a los niños de La Nohora, y nos prestaron los robots y los pusimos a disposición de los niños. Ahí sería otra alternativa si nos vamos a una entidad como Minciencias, necesitamos tantos kits de robótica. Para nosotros, para beneficio de la comunidad y para fortalecer de pronto una sala de robótica aquí, ya sería en común acuerdo con el colegio. Es empezar a visionar eso para ver qué podemos hacer.

JAC: Eso, como para empezar a convertirlo en una propuesta constante, que todos los años se siga haciendo la misma propuesta con diferentes aplicaciones, que el colegio lo adopte como algo propio, una alternativa puede ser.

Investigador: Nosotros hablamos cuando nos reunimos con los directivos del colegio, y nos dijeron: «Aquí no hay sala de sistemas, hay que traer los equipos». Esa podría ser otra alternativa, gestionar o proponer un proyecto para la implementación de la sala de sistemas en La Nohora o en el colegio. Y quisiera saber qué otra necesidad consideran ustedes.

JAC: Quedaría bien la sala de computación, porque aquí no hay nada, y así los niños no tienen que estar de un lado para otro. Por eso yo digo que aquí hace falta eso, porque aquí no hay nada. Se necesita una sala de sistemas.

Investigador: Una alternativa podría ser equipar el colegio, también la universidad, para que tengan estos equipos y poder ir masificando el proyecto.

Además de la divulgación de los resultados con la comunidad, el proyecto también se ha dado a conocer en eventos académicos, como se describe a continuación.

Tercer Encuentro Latinoamericano de Enseñanza y Aprendizaje en Educación Superior

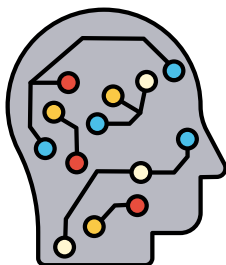
La participación en este encuentro (figura 17) con una ponencia magistral significó para los investigadores la publicación del texto de la conferencia en el libro de memorias de este evento, organizado por la Universidad del Norte en 2019.

El capítulo publicado da cuenta de los resultados parciales del desarrollo del proyecto.

Figura 17. Ponencia en la Universidad del Norte.



Fotografía: Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas.



El objetivo de la participación en la XI Jornada de Software Libre fue socializar los avances del proyecto con miembros de la comunidad.

VI Jornada de Innovación Tecnológica

Los investigadores participaron en varias jornadas académicas organizadas por UNIMINUTO, en las cuales se socializaron con la comunidad educativa los logros más importantes del desarrollo del proyecto (figura 18).

Figura 18. Ponencia en la VI Jornada de Innovación Tecnológica.



Fuente: <https://www.flickr.com/photos/uniminutovcio/albums/72157695005315512>

XI Jornada de Software Libre

En la figura 19 se observa el stand del proyecto en la XI Jornada de Software Libre, evento organizado por la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas de UNIMINUTO, sede Villavicencio. El objetivo de la participación en este evento fue socializar los avances del proyecto con miembros de la comunidad. Se contó aproximadamente con 200 asistentes.

Figura 19. Stand en la XI Jornada de Software Libre.



Fuente: <https://www.flickr.com/photos/uniminutovcio/sets/72157668921785849>

Clip de video sobre el proyecto

Con la colaboración de Minuto y Medios³² se llevó a cabo la grabación, edición y divulgación de un clip de video sobre el proyecto (figura 20).

Figura 20. Captura tomada del clip de video.



Fuente: <https://www.facebook.com/minutoymedios/videos/1962251270659154>

³² Propuesta de Comunicación Social y Periodismo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Vicerrectoría Regional Orinoquía.

Se difundió ampliamente la noticia del proyecto ejecutado en la comunidad, a través de los medios institucionales, con el fin de divulgar la información del proyecto de manera segura y confiable

VII Encuentro de Semilleros de Investigación

Los logros del proyecto y su impacto en la comunidad del barrio La Nohora se socializaron con la comunidad en el VII Encuentro de Semilleros de Investigación, organizado por la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio, en 2018 (figura 21).

Figura 21. Ponencia en el VII Encuentro de Semilleros de Investigación.



Fuente: <https://www.facebook.com/investigacionesuniminutoorinoquia/posts/2330430243665241>

Noticia en el portal web de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Vicerrectoría Regional Orinoquía

Una vez clausurado el proceso inicial, se difundió ampliamente la noticia del proyecto ejecutado en la comunidad, a través de los medios institucionales, con el fin de divulgar la información del proyecto de manera segura y confiable (figura 22).

Figura 22. Noticia publicada.

Acerca de UNIMINUTO Programas Vida universitaria

← La Robótica toma auge en UNIMINUTO

 Imprimir

UNIMINUTO Vicerrectoría Regional Orinoquía, continúa con el proyecto de robótica en el barrio La Nohora de Villavicencio.

Villavicencio. Septiembre 25 de 2018. Como parte de una segunda fase del proyecto ejecutado en el periodo 2017-2, la Dirección General de Investigaciones de UNIMINUTO, ha financiado a través de la **V Convocatoria para el desarrollo y fortalecimiento de los Semilleros de Investigación en UNIMINUTO** el proyecto titulado: **Evaluación de la estrategia piloto: “La Robótica como herramienta para mejorar el aprovechamiento del tiempo libre de los estudiantes de noveno grado del barrio La Nohora en Villavicencio”.**

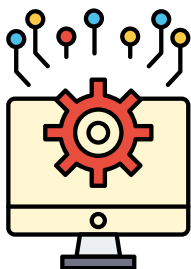
En el marco del proyecto actual, el equipo ejecutor del Proyecto está conformado por el Ingeniero Marco Antonio Gutiérrez Cárdenas, Ingeniero Wilmer Hernández Álvarez, la Licenciada Hayley Dahiana Vega Santofimio y el Ingeniero Jairo Alberto Cuéllar Guarnizo. Este equipo ha realizado 3 reuniones involucrando a la comunidad beneficiaria del proyecto, lo anterior con el ánimo de recopilar testimonios y datos necesarios para evaluar la efectividad y pertinencia del mismo.

Reunión 1: El día viernes 31 de agosto de 2018 se llevó a cabo una reunión en el salón comunal del Barrio La Nohora, en la que el equipo de investigadores socializó detalles del avance del proyecto a la comunidad en general y al presidente de la Junta de Acción Comunal, el señor Héctor Hernando Parrado.

Fuente: http://www.uniminuto.edu/web/llosanos/desarrollo-humano-bienestar/-/asset_publisher/fDB7fepAXsNX/content/la-robotica-toma-auge-en-uniminuto

Liquidación del proyecto

La etapa de implementar se inició el 5 de septiembre y terminó el 18 de noviembre de 2017. El tiempo de ejecución fue de 60 días, estipulados en el acta de inicio, y catorce 14 días más de prórroga, para un total de 74 días.



Unas semanas después de haberse completado la implementación, se liquidó satisfactoriamente el proyecto financiado por la I Convocatoria de Apoyo Económico a Proyectos Sociales y/o de Innovación Social de la Vicerrectoría Regional Llanos.

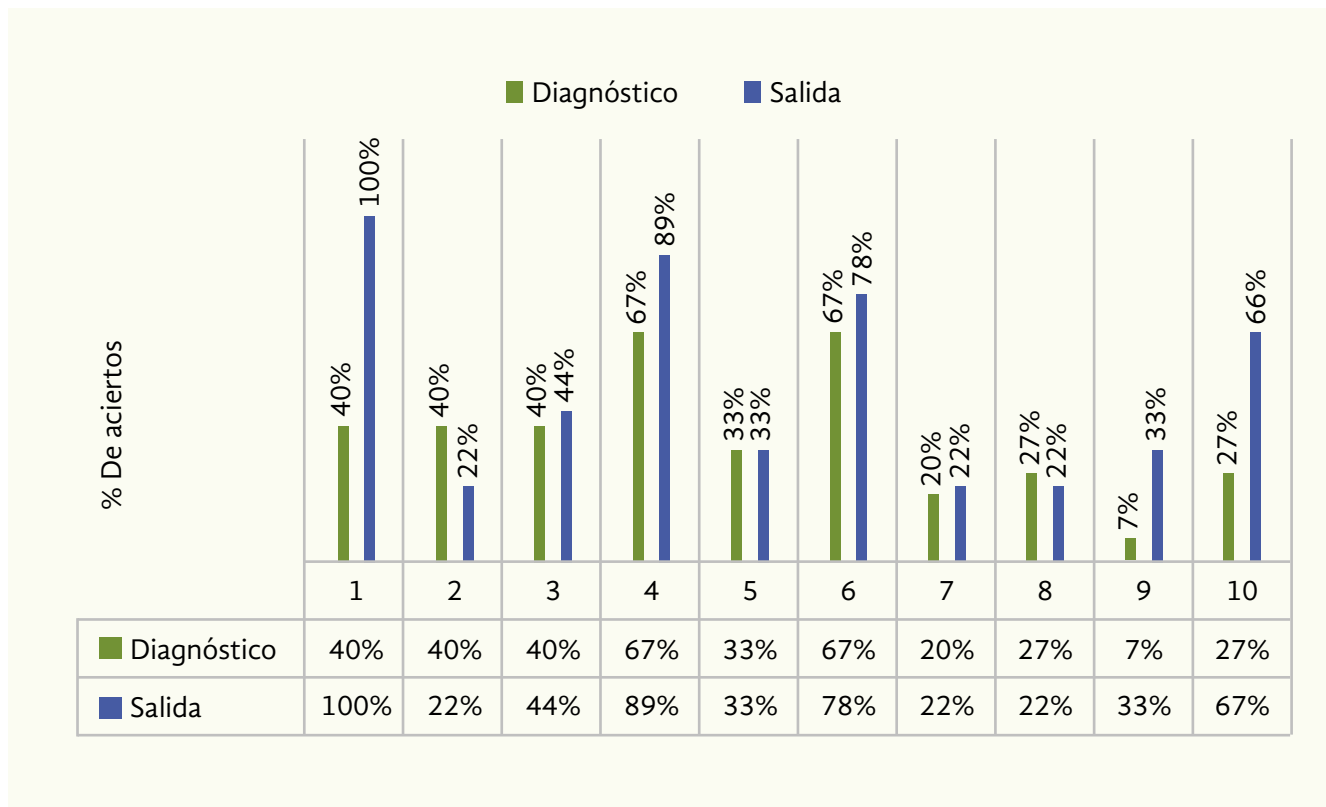
Resultados de la implementación

Luego de haber implementado por completo la solución, se realizó una evaluación similar a la evaluación de diagnóstico, la cual arrojó los resultados que se presentan a continuación.

Resultados cuantitativos

Como lo muestra la figura 23, el porcentaje de aciertos aumentó en 7 de las 10 preguntas, en 2 de ellas no hubo progreso y en una no se vio un cambio significativo. Esto quiere decir que respecto a la cantidad de aciertos hubo un progreso del 70 %, no hubo cambio en un 20 % y hubo confusión en un 10 %.

Figura 23. Porcentaje de aciertos diagnóstico vs. salida.



Fuente: Autores.

Resultados cualitativos

Se obtuvo también una serie de resultados de la aplicación de la evaluación, similar a la evaluación de diagnóstico, la cual arrojó los siguientes resultados cualitativos.

Fortalecimiento de relaciones entre la comunidad y la academia

Para las entidades de educación superior es fundamental lograr articularse con la comunidad, y esta necesidad es aún más imperativa para la UNIMINUTO, debido su carácter social. Por lo tanto, es un logro destacable el haber conseguido articular la academia con la comunidad, como se resume en la tabla 5.

Tabla 5. Articulación entre comunidad y academia

	Entidad o área	Aporte
Academia	Programa de Tecnología en Desarrollo de Software	<ul style="list-style-type: none"> Semilleros de Investigación: <ul style="list-style-type: none"> Aumertech (apoyo técnico) Movilsoft (apoyo técnico) Profesores (planeación, diseño y ejecución del proyecto) Un estudiante Financiación durante las etapas de alistar, entender y analizar
	Dirección de Proyección Social	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo económico durante las etapas de entender, analizar, crear e implementar Apoyo en el acercamiento con la comunidad
	Parque Científico de Innovación Social (STEM Robotics)	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación a los investigadores Préstamo de los kits de robótica
	Dirección de Investigaciones	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo económico durante las etapas de empaquetar
Comunidad	Institución Educativa Simón Bolívar del Barrio La Nohora	<ul style="list-style-type: none"> Préstamo del espacio físico
	Comunidad del barrio La Nohora	<ul style="list-style-type: none"> Estudiantes hijos de familias de la comunidad
	Junta de Acción Comunal	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo en el acercamiento y comunicación con los padres de familia y con la comunidad en general

Fuente: Autores.

Habilidades de aprendizaje e innovación (4C)

Entre las habilidades de aprendizaje, se encuentran las 4C (Pensamiento Crítico, Creatividad, Colaboración y Comunicación), que llevan a un óptimo proceso de enseñanza-aprendizaje en el espacio académico, y para este caso se analizaron así:

Los estudiantes pusieron en práctica sus habilidades para liderar equipos de trabajo al guiar asertivamente a sus compañeros durante la solución de los retos desde los roles indicados y las tareas delegadas.

Pensamiento crítico

Durante la etapa de implementación se puso a prueba el pensamiento crítico de los estudiantes con los retos planteados en las sesiones de trabajo con ellos, en las que se requería acudir a los conocimientos previos en matemáticas. También necesitaron practicar sus destrezas para delegar responsabilidades, así como buscar la mejor solución a un problema, según los materiales disponibles en el aula y respetando los tiempos asignados por el profesor.

Comunicación

No se presentaron discusiones fuera del marco del respeto ni conflictos entre los estudiantes; al contrario, el ambiente de trabajo estuvo lleno de respeto, amistad y colaboración. Asimismo, se motivó a cada estudiante a practicar sus habilidades de expresión oral y de capacidad argumentativa, mediante la participación en debates con otros compañeros de clase.

Colaboración

Los estudiantes pusieron en práctica sus habilidades para liderar equipos de trabajo al guiar asertivamente a sus compañeros durante la solución de los retos desde los roles indicados y las tareas delegadas.

Creatividad

La creatividad en los estudiantes se empezó a trabajar desde la primera sesión, ya que ninguno de ellos había tenido la oportunidad de trabajar con un robot, y mucho menos de programarlo.

A lo largo de los encuentros en el aula también debían ser creativos, puesto que debían utilizar los materiales que había disponibles para dar solución a los retos.



Gran reto 2. Empaquetar y escalar





Etapa 6. Empaquetar

En esta etapa se busca estructurar la solución cocreada con la comunidad como una tecnología social que permita llevar a otras comunidades el conjunto de conocimientos, prácticas, métodos e instrumentos que fueron previamente validados.

Conformar la tecnología

Para el diseño de las guías mencionadas en la etapa 4 (crear), los investigadores tuvieron en cuenta las diferentes fases del enfoque praxeológico, como se indica a continuación.

- 1) **Ver:** Mediante visitas de campo, los investigadores identificaron la problemática presente en la comunidad. Logrando problematizar dicha realidad y definiendo las temáticas pertinentes para abordar durante el desarrollo de las sesiones de trabajo.
- 2) **Juzgar:** Se propuso la solución a implementar a partir del diálogo interno entre los investigadores y coinvestigando con la comunidad, representada por la Junta de Acción Comunal, estudiantes, padres de familia y profesores de la institución.
- 3) **Actuar:** Se definieron las guías que posibilitaron el desarrollo de los encuentros en el aula.
- 4) **Devolución creativa:** Periódicamente se llevó a cabo la retroalimentación necesaria para determinar el nivel de aceptación por parte de los estudiantes y teniendo en cuenta los principios de trabajo en equipo, con el fin de generar un proceso de reflexión que permitiera a los estudiantes replicar la experiencia en su vida cotidiana y en su comunidad.

Guía para el profesor

Esta guía se desarrolló a partir de las cuatro fases del enfoque praxeológico mencionadas en el apartado anterior.

Primera fase del encuentro en el aula (ver)

A este momento se le ha denominado *alisticamiento de la sesión*. El profesor debe hacer un análisis crítico, y al mismo tiempo constructivo, de todo lo que implica una primera mirada de lo que se planea hacer, teniendo en cuenta la población objeto.

El proceso de esta etapa de observación debe culminar con un proyecto de intervención adecuadamente planificado. «Se trata de investigar mi práctica por cuanto es el punto de partida» (Gómez Zambrano, 2017). Para ello, el profesor debe dar respuesta a los interrogantes ¿quién?, ¿para quién?, ¿por quién?, ¿por qué?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿qué?, ¿quién hace qué?, ¿por quién lo hace?, ¿con quién?, ¿dónde?, ¿por qué lo hace?

A partir de la aplicación del enfoque praxeológico propuesto por Juliao Vargas (2013), en esta fase del ver, los investigadores elaboraron la propuesta que se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Fase del ver plasmada en la guía de aprendizaje

El ver debe reflejar	Proceso visible	Praxeología inmersa
Título de la unidad	Nombre de la guía de trabajo.	¿Qué?
Autores	Nombres de los profesores.	¿Quién?
Interventores	Nombres de los estudiantes.	¿Por quién? ¿Con quién?
Fecha	Establecida según calendario.	¿Cuándo?
Lugar de la sesión	Colegio, barrio, salón, etc.	¿Dónde?
Número de la sesión	Orden cronológico. 1, 2, 3, 4.	¿Dónde?
Tiempo de la sesión	Horas o minutos.	¿Dónde?
Objetivo	Hacia dónde nos dirigimos.	¿Por qué lo hace? ¿A qué necesidades y aspiraciones quiere responder?
Población	Características de la población, territorio, historia, condiciones de vida, valores y creencias, etc.	¿Para quién?
Recursos tangibles	Material de apoyo (fotografías, grabaciones, videoprojector, documentos)	¿Qué se va a usar?
Agenda	Presentación concreta de la agenda y el cronograma de esta práctica.	¿Cómo?
Metodología para utilizar	Modelo pedagógico establecido para la sesión de trabajo.	¿Con qué?

Fuente: Autores.

Segunda fase del encuentro en el aula (juzgar)

En esta fase se crea una generalización de lo sucedido, comparado con la teoría, y se busca obtener un principio o una elección de experiencias.

Es una etapa de interpretación en la cual el profesor debe lanzar preguntas que llevarán al momento introductorio de la clase, preguntas que el estudiante responderá desde su perspectiva y experiencias previas.

También se trabaja la interpretación, pues los hechos por sí mismos no dicen nada. Por tanto, la voluntad de comprender la práctica implica la construcción de hipótesis, y se busca resolver de forma espontánea dos interrogantes:

- 1) ¿Cómo se sitúa la problemática que ha planteado la práctica frente a la tradición disciplinar tal como usted la conoce?
- 2) ¿Las discrepancias y los cuestionamientos proceden de una comprensión previa diferente, fruto de su propia cultura, de un interés nuevo por algún aspecto profesional o de la emergencia de una práctica netamente original?

A partir de la aplicación del enfoque praxeológico propuesto por Julio Vargas, en la fase del juzgar, los investigadores propusieron la tabla 7.

Tabla 7. Fase del juzgar plasmada en la guía de aprendizaje

Praxeología inmersa	Proceso visible	El juzgar debe reflejar
¿Cuáles elementos teóricos o generales me pueden permitir comprender la situación?	Proceso previo de investigación de la temática a trabajar.	Escoja uno o varios textos (relatos o teorías) alusivos a su práctica y susceptibles de esclarecer su dramática.
¿Cuáles principios o lecciones puedo desprender?	Modelos pedagógicos que se van a trabajar.	Tenga en cuenta las interpretaciones de este texto y elabore su propia lectura.
¿Qué podría yo hacer de otro modo?	Momento de análisis de lo planteado con la realidad ya escrita (comparación bibliográfica).	¿Esta lectura admite una mejor comprensión de ciertos aspectos del desarrollo de su práctica?
¿Qué podría yo rehacer de modo similar?	Momento de mejora.	Indique las posibilidades de crecimiento que permite esta lectura.
Proceso de indagación, intervención con plan estratégico de acción, preguntas que el profesor plantea antes de dar el contenido de la sesión.	Planteamiento de diferentes preguntas, con las cuales, sin mencionar la temática a trabajar, se logra que el estudiante indague sobre ella y formule diferentes hipótesis.	Explique en qué aspectos su práctica cuestiona esta lectura, y en cuáles la lectura confronta la práctica.

Fuente: Autores.

Tercera fase del encuentro en el aula (actuar)

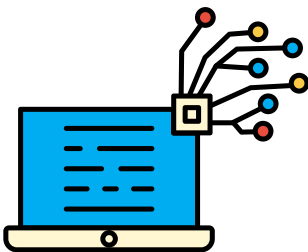
Esta fase se podría denominar *momento de apertura de la práctica*. A partir de la construcción de un plan de intervención y acción, se busca que la ejecución sea eficiente (rendimiento) y eficaz (resultados).

Mediante la aplicación del enfoque praxeológico propuesto por Juliao, en la fase del actuar, los investigadores propusieron la tabla 8.

Tabla 8. Fase del actuar plasmada en la guía de aprendizaje

El <i>actuar</i> debe tratar	Proceso visible
Temas	Listado de los temas y subtemas a tratar en la guía.
Recursos	Implementos tangibles para el estudiante: regla, lápiz, fotocopias, etc.
Metodología de desarrollo de la guía.	Especificar claramente cómo el estudiante debe actuar durante el desarrollar la guía.
Si es trabajo colaborativo	Definir los roles de los integrantes del grupo de trabajo.
Conceptos previos	Realizar la indagación de conocimientos previamente adquiridos por el estudiante.
Lecturas de inicio	Incluir en la guía de aprendizaje del estudiante, alguna aplicabilidad en la vida y la utilidad de esta en la comunidad.
Gráficos	Incluir siempre en el esquema de guía un gráfico alusivo a lo que se va a trabajar, de forma tal que esta visiblemente más amena para el estudiante.
Actividades	Plantear detallada y claramente el proceder del estudiante en la práctica.
Evaluación	Establecer pautas claras para la evaluación de la guía de aprendizaje y los productos entregables.

Fuente: Autores.



La evaluación y la prospectiva, en la etapa de la devolución creativa, encaminan el proceso hacia el corazón de la praxis y a su relanzamiento. Mientras que la primera pretende controlar la actividad y el proceso del agente, la segunda evoca la memoria, la esperanza y el horizonte

Cuarta fase de encuentro en el aula (devolución creativa)

En esta etapa se reflexiona sobre los aprendizajes adquiridos a lo largo de todo el proceso, para conducirlo más allá de la experiencia, al adquirir conciencia de la complejidad del actuar y de su proyección futura (Juliao Vargas, 2013). La evaluación y la prospectiva, en la etapa de la devolución creativa, encaminan el proceso hacia el corazón de la praxis y a su relanzamiento. Mientras que la primera pretende controlar la actividad y el proceso del agente, la segunda evoca la memoria, la esperanza y el horizonte (Orozco Pineda y Pineda Martínez, 2017).

La prospectiva busca, al final, desglosar las posibilidades y lo que ocurrirá a mediano y a largo plazo, para finalmente transferir las lecciones a nuevos campos.

Mediante la aplicación del enfoque praxeológico propuesto por Juliao Vargas, en la fase de la devolución creativa, los investigadores propusieron la tabla 9.

Tabla 9. Fase «devolución creativa» plasmada en la guía de aprendizaje

El juzgar debe reflejar	Proceso visible
Resumir la clase	Charla de concreción de lo explicado.
Evaluar el avance de los estudiantes hacia el objetivo	Proceso evaluativo individual.
Hacer generalizaciones	Charla.
Sacar conclusiones	Realizar panel a fin de identificar las conclusiones de la actividad.
Reiterar conceptos importantes	Es importante retomar qué conceptos se trabajaron y cómo cada uno de ellos actuó de forma pertinente en el proceso.
Evaluar en la praxis	Proponer ejercicios prácticos que vinculen la cotidianidad del estudiante, donde ellos articulen lo aprendido con lo vivido.

Fuente: Autores.

Los recursos económicos necesarios para las fases de validación y empaquetado se obtuvieron a través de la convocatoria interna a nivel nacional (V Convocatoria para el Desarrollo y Fortalecimiento de los Semilleros de Investigación en UNIMINUTO), efectuada en agosto de 2017.

Validar

En esta etapa de la ruta de la innovación social se aplicaron instrumentos para validar la ejecución del proyecto y las guías de aprendizaje.

Revisión técnica

Luego del proceso de validación realizado por los pares, se obtuvieron las guías de aprendizaje ajustadas. Como ejemplo, se presenta la guía 1, que corresponde a la temática relacionada con la solución de ecuaciones de primer grado.

Modelo de guía de trabajo para el estudiante (validada)

En el cuadro 2 se presenta parte de la guía 1 después de su validación por los pares.

Cuadro 2. Contenido parcial de la primera guía de trabajo para el estudiante

Tema: Ecuaciones de primer grado.

Objetivo: Implementar estrategias que fomenten el trabajo colaborativo entre los estudiantes, a partir de la solución de situaciones problemáticas factibles de solucionar a partir del uso de las ecuaciones de primer grado, a fin de reforzar conocimientos previos y corregir ciertas falencias evidenciadas en la prueba diagnóstica.

Conceptos previos

¿Qué es una ecuación de primer grado?

Una ecuación es una igualdad donde por lo menos hay un número desconocido, llamado incógnita o variable, y que se cumple para determinado valor numérico de dicha incógnita.

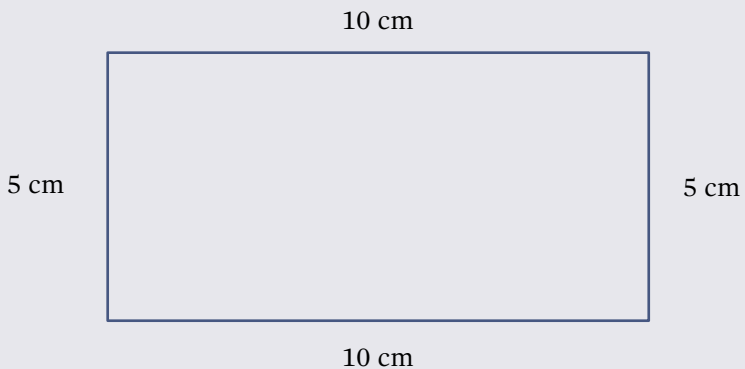
También se denomina *ecuaciones lineales o de primer grado* a las igualdades algebraicas con incógnitas cuyo exponente es 1 (es decir, elevadas a uno, que no se escribe).

¿Qué debo tener en cuenta para despejar una ecuación de primer grado?

- 1) Se reducen los términos semejantes, cuando es posible.
- 2) Se hace la transposición de términos (aplicando inverso aditivo o multiplicativo): los que contengan la incógnita se ubican en el miembro izquierdo, y los que carezcan de ella, en el derecho.
- 3) Se reducen términos semejantes, hasta donde sea posible.
- 4) Se despeja la incógnita, dividiendo ambos miembros de la ecuación por el coeficiente de la incógnita (inverso multiplicativo) y se simplifica.

¿Cómo se halla el perímetro de una figura geométrica?

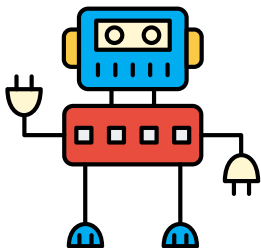
El perímetro de una figura geométrica está dado por el resultado de sumar los lados de dicha figura. **Ejemplo:** los lados del rectángulo de la figura miden 10 cm y 5 cm.



El perímetro del rectángulo lo obtenemos sumando todos sus lados:

$$\text{Perímetro} = 10 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + 10 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el perímetro del rectángulo es 30 cm.



Conceptos

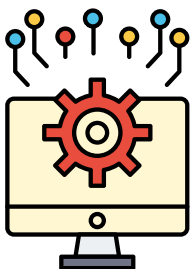
- **Trayectoria:** es la línea que un objeto describe durante su movimiento.
- **Desplazamiento:** es el segmento que une la posición inicial con la posición final de la trayectoria de un cuerpo.
- **Distancia:** es la medida de la trayectoria.

Metodología de trabajo

- Formar grupos de cinco personas.
- Entregar el reto (guía) de trabajo.
- Realizar la explicación pertinente para el desarrollo de la sesión.
- Entregar el robot.
- Realizar acompañamiento continuo.
- Socializar las conclusiones del proceso matemático empleado.

Sesión 1: La rueda del robot

1. Definir roles específicos en el equipo de trabajo, tales como:
 - a. **Ingeniero programador:** encargado de programar en el aplicativo.
 - b. **Ingeniero de apoyo a programador:** encargado de conectar, desconectar cuantas veces sea necesario, encargado de equipar el robot con los sensores y actuadores. Hace entrega del robot programado al ingeniero de calidad.
 - c. **Ingeniero de calidad:** encargado de manipular el robot para ejecutar el programa y evaluar el correcto funcionamiento. Rendirá informe al equipo de programación acerca del funcionamiento. Dará el aval para que el ingeniero asistente tome nota de los valores obtenidos.



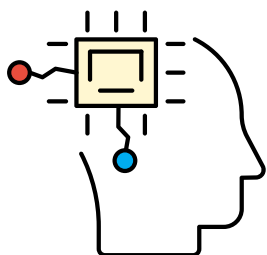
- d. **Ingeniero de campo:** encargado de tomar nota de todos los valores y registrarlos. Se encargará de realizar los cálculos necesarios, con la colaboración del resto del equipo, y de diligenciar las tablas facilitadas por el profesor.
- e. **Director del proyecto:** encargado de supervisar la labor de los compañeros y de socializar el resultado final del proyecto.

Roles del equipo de trabajo

Rol	Nombre
Ingeniero programador	
Ingeniero de apoyo a programación	
Ingeniero de calidad	
Ingeniero de campo	
Director de proyecto	

- 2) Programar el robot para que se mueva en línea recta durante varias rotaciones (mayor o igual a 4) a una potencia en los motores menor a 40 %.
- 3) Al ejecutar el programa, marcar el punto de partida y luego el punto de llegada.
- 4) Utilizar una cinta métrica para encontrar la longitud que el robot avanzó.
- 5) Repetir los pasos 2 y 3 al menos 5 veces y tomar nota de las longitudes, en la tabla del paso 6.
- 6) Diligenciar la siguiente tabla con los valores encontrados:

Número de ensayo	Longitud (cm)
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Prueba 4	
Prueba 5	
Longitud promedio	



Calcular la longitud promedio recorrida por el robot con la fórmula:

$$\text{Longitud promedio} = \frac{(\text{Prueba 1} + \text{Prueba 2} + \dots + \text{Prueba n})}{n}$$

Ecuación 1. Longitud promedio

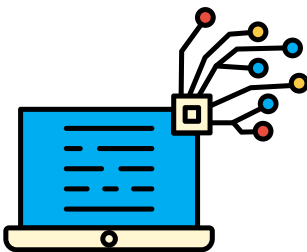
- 7) Emplear una relación matemática sencilla que determine la longitud del perímetro de la rueda del robot.

$$\text{Perímetro} = \frac{(\text{Longitud promedio})}{(\text{Num. rotaciones})}$$

Ecuación 2. Perímetro

- 8) Teniendo en cuenta que ya se conoce el valor del perímetro de la rueda del robot (punto 7), diligenciar la siguiente tabla, convirtiendo la longitud deseada en números de rotaciones de la rueda del robot para alcanzar dicha longitud.

Longitud deseada (cm)	Número de rotaciones
28	
65	
130	
238	
654	



- 9) Recordar las fórmulas básicas para la geometría del círculo y diligenciar la siguiente tabla:

Radio de la rueda ($r = \frac{2\pi}{P}$)	
Diámetro ($\emptyset = 2 * r$)	
Área de la rueda ($A = \pi r^2$)	

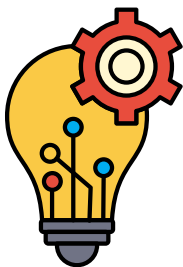
- 10) De las opciones presentadas para la programación, evaluar cuál sería la mejor manera de proponer un giro de 90° a la izquierda o a la derecha.
- 11) Teniendo en cuenta el valor encontrado del perímetro de la rueda (punto 7) y la conclusión del punto 9, crear un programa en el IDEs³³ de programación que le permita al robot describir un cuadrado, de 125 cm de lado.
- 12) Diligenciar la siguiente tabla, describiendo el procedimiento que utilizaron para programar el robot:

Procedimiento	Descripción detallada
Avanzar 125 cm	
Giro 90° (izquierda o derecha)	

- 13) Teniendo en cuenta que ya se conoce el valor del perímetro de la rueda del robot (punto 7), diligenciar la siguiente tabla, convirtiendo la longitud deseada en números de rotaciones de la rueda del robot para alcanzar dicha longitud.

Conclusión 1

Conclusión 2



³³ Entorno de Desarrollo Integrado: es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle el desarrollo de software.

El tiempo de ejecución del proyecto fue de 10 meses, contados a partir de la firma del acta de inicio de la V Convocatoria para el Desarrollo y Fortalecimiento de los Semilleros de Investigación en UNIMINUTO, en el segundo semestre del 2018.

Matriz DOFA

Como parte del análisis del proyecto, se utilizó la matriz DOFA como herramienta para hacer el levantamiento de información correspondiente a las dificultades, oportunidades, fortalezas y amenazas percibidas por los actores del proyecto durante su participación en este.

La DOFA, en general, es una herramienta que sirve para evaluar estrategias implementadas en el desarrollo de un proceso o actividad en cualquier campo de conocimiento, como señala Serna Gómez (2003):

El análisis DOFA está diseñado para ayudar al estratega a encontrar el mejor acoplamiento entre las tendencias del medio, las oportunidades y amenazas y las capacidades internas, fortalezas y debilidades de la empresa. Dicho análisis le permitirá a la organización formular estrategias para aprovechar sus fortalezas, prevenir el efecto de sus debilidades, utilizar a tiempo sus oportunidades y anticiparse al efecto de las amenazas. (p. 188)

Se eligió esta herramienta como apoyo a la investigación, en la búsqueda de estrategias pertinentes para mitigar el impacto de las amenazas y reducir las debilidades encontradas durante su ejecución, a partir del aprovechamiento de las fortalezas y sacando ventaja de las oportunidades de mejora identificadas. Al respecto, conviene aclarar los siguientes conceptos:

- **Fortalezas:** Atributos que son útiles para lograr el objetivo.
- **Debilidades:** Atributos que son perjudiciales para la consecución del objetivo.
- **Oportunidades:** Condiciones externas que son útiles para lograr el objetivo.
- **Amenazas:** Condiciones externas que son perjudiciales para la consecución del objetivo.

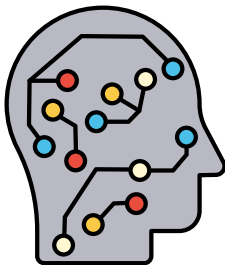
A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis DOFA con los diferentes actores que participaron en el proyecto.

DOFA investigadores y profesores

A continuación, se presenta el resultado de la matriz DOFA aplicada a los investigadores de este proyecto y a otros profesores de UNIMINUTO, sede Villavicencio, con experiencia en investigación.

Debilidades

- No se cuenta con los kits de robótica propios para la implementación de la metodología.
- Poco presupuesto.
- Ausencia de un profesional en psicología.
- Espacios inadecuados para el desarrollo de las sesiones.
- Ausencia de profesores de matemáticas de la institución como agentes multiplicadores.
- Corto tiempo de desempeño en cuanto a la cantidad de sesiones desarrolladas.
- Evaluación de resultados de tipo social útil de las habilidades y capacidades.
- Incomodidad de los espacios.
- El alcance. Se pueden involucrar estudiantes de otros grados.
- Número de beneficiados frente al número de participantes potenciales.
- En fases posteriores lograr vincular una población mayor de estudiantes.
- Desarticulación entre las áreas de Investigación y Proyección Social.



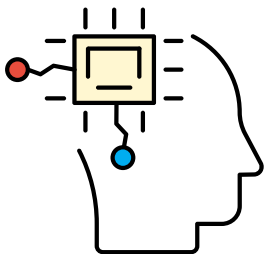
Una de las oportunidades que presentan los investigadores y profesores es el impacto positivo y motivación en la comunidad, lo que permite a futuro llegar con otras fases de investigación diversas.

Oportunidades

- Articulación entre universidad, Programa de Tecnología e instituciones educativas de formación básica pública.
- Apoyo de la comunidad y del colegio.
- Escoger participantes que refieran un bajo rendimiento o motivación por las matemáticas para hacer una medición de impacto previa y posterior.
- Definir indicadores de impacto.
- Replicar la iniciativa en otras comunidades e inclusión en otros grados de la Institución Educativa.
- Conseguir recursos de financiación externa.
- Replicar el proyecto en otras poblaciones.
- Articulación con entidades gubernamentales, educativas y de empresas.
- Buscar fuentes de financiación para replicar en otras comunidades.
- Ampliar la experiencia a otros estudiantes.
- Incorporar diferentes profesionales al proyecto.
- Transmitir el conocimiento a otros colegios.
- Participar en convocatorias para acceder a recursos que potencien el proyecto.
- Establecer alianzas con entidades públicas o privadas para replicar el proyecto a más beneficiarios o comunidades.
- Impacto positivo y motivación en la comunidad, lo que permite a futuro llegar con otras fases de investigación diversas.
- Posibilidad de llevar la estrategia a otras comunidades.
- Uso de simuladores.

Fortalezas

- Proyecto de innovación que impacta positivamente en la comunidad y, a través de la transferencia pedagógica del enfoque praxeológico, lleva la labor social a escenarios educativos que mejoran las competencias matemáticas y les da a los estudiantes estrategias para manejar su tiempo libre.
- Rigor en el ejercicio de investigación.
- Abordaje de una temática innovadora a través de tecnología de punta.
- Profesores investigadores capacitados.
- Trabajo en equipo.
- Innovación.
- Estrategia del manejo del tiempo libre a los tradicionales y demás enfoques educativos.
- Articulación de las competencias sociales y matemáticas enfocadas a la interacción con el otro, al trabajo en equipo, a la comunicación, la resolución de conflictos y la resolución de problemas, en pro de un objetivo común.
- Con la estrategia se disminuyen estigmas y paradigmas en cuanto al contenido de las matemáticas, materia que en muchas ocasiones es considerada «un ladrillo», que genera poca empatía o gusto en algunos estudiantes.
- Proyecto de innovación social.
- Se brinda una tecnología avanzada a una comunidad que difícilmente tendrá acceso a ellas.
- Aceptación, buena disposición y apoyo de la comunidad.
- Proyecto multidisciplinar y de alto impacto social.
- Aprendizaje significativo para replicar en el futuro en otras comunidades.
- Fortalecimiento de competencias matemáticas y sociales en los niños de la comunidad.
- Incorporar la situación real resuelta por la matemática.
- Impacto social.
- Interacción entre comunidad y universidad.
- El proyecto cuenta con el apoyo del PCIS.
- Equipo de trabajo multidisciplinario.
- Metodología replicable.



Una de las amenazas que presentan los investigadores y profesores es la ausencia de recursos financieros suficientes para continuar el proyecto.

Amenazas

- Sostenibilidad del proyecto en la institución educativa a través de las herramientas y estrategias que tengan los profesores para permitir la continuidad del proyecto o de la aplicación de este tipo de estrategias.
- Apatía hacia las matemáticas.
- Condición económica y social de la comunidad.
- Dificultad para acordar los encuentros.
- Control del proyecto en el colegio.
- No involucrar a más personas del mismo colegio.
- Cantidad de equipos de trabajo.
- Falta de recursos que posibiliten la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.
- No contar con presupuesto para la implementación de las estrategias con mayor participación o en otra comunidad.
- El alto costo de los equipos de robótica que se necesitan para el desarrollo del proyecto o para complementar el objetivo.
- Falta de continuidad del proyecto en La Nohora.
- Falta de aceptación de la comunidad para trabajar.
- Ausencia de recursos financieros suficientes para continuar el proyecto.
- Falta de seguimiento al proceso académico de los estudiantes del proyecto en años posteriores.
- Continuidad del proyecto.
- Que otras instituciones implementen un proyecto similar en la misma población objeto.

DOFA estudiantes

Enseguida, se presenta el resultado de la matriz DOFA aplicada a los estudiantes que participaron en el proyecto.

Debilidades

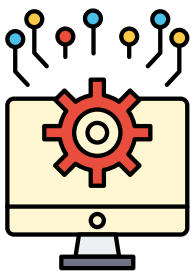
- Pocos grupos de trabajo.
- Hacen falta más robots para la implementación de los talleres.
- Los espacios del aula eran muy pequeños.
- Los pisos del aula eran muy desnivelados y rústicos y no permitían que el robot se moviera bien.
- Perdíamos clases.
- Espacios demasiado calurosos y eso bajaba el ritmo de trabajo.
- Brindar el taller en la misma hora que teníamos clase.

Oportunidades

- Realizar alianzas con diferentes entes gubernamentales para conseguir recursos para más robots.
- Reducir los grupos a menos integrantes para mayor aprendizaje.
- Piso más estable.
- Brindar el taller en horas de la mañana.
- Apoyarse en los recursos que pueda brindar la Junta de Acción Comunal.

Fortalezas

- Buen dominio de las matemáticas por parte de los profesores.
- Buenos profesores en su metodología de enseñanza.
- Fácil comprensión de los temas.
- La metodología sirvió para un mejor aprendizaje.
- Se crearon bases de prefísica, que sirven el día de hoy para comprender mejor los temas.
- La robótica facilitó la comprensión de la matemática, ya que era a manera de juego.



Una de las fortalezas que presentan los estudiantes es que la robótica facilitó la comprensión de la matemática, ya que era a manera de juego.

- Se prestaba más atención a estas clases que a las de matemáticas, ya que era más fácil, más práctico, como jugando.
- Los profesores brindaron acompañamiento constante en el proceso.

Amenazas

- Al tener tantos integrantes en un grupo, a veces trabajan dos y el resto se distraen.
- El apoyo de los profesores con quienes se perdió clase, ya que nos daban el tiempo, pero decían que las temáticas vistas en clase las debíamos consultar por nuestra cuenta.
- El espacio físico inadecuado y caluroso donde se realizó el taller
- El horario de aplicación del taller.

DOFA directivos y profesores

A continuación, se presenta el resultado de la matriz DOFA aplicada a los directivos y profesores de la Institución Educativa Simón Bolívar.

Debilidades

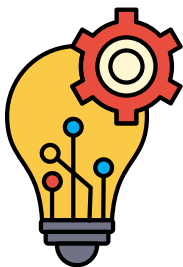
- Que se hiciera más continuo porque la expectativa fue grande.
- Que se brinde un mayor número de encuentros con los estudiantes.
- Poca comunicación con el profesor del área.
- No hubo una comunicación más cercana con el profesor en cuanto a los temas que se estaban trabajando.
- Socialización de los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y salida a fin de saber qué aspectos hay que mejorar.
- Seguimiento del estudiante durante y después del programa.
- La población que se impactó también fue reducida.
- Los espacios adecuados para realizar el proyecto no los tenemos.

Oportunidades

- Hacer los talleres más estructurados.
- Impactar a grupos completos.
- Fortalecimiento del plan de estudios institucional a partir de los resultados arrojados en las clases de robótica.
- Alianzas con las entidades estatales como, por ejemplo, la electrificadora.
- Alianza con la Universidad de los Llanos³⁴, en esa formación que ellos también están adelantando en ese componente de la robótica, y también con el Sena³⁵
- Una media técnica que fuese en robótica.
- Brindar algunas herramientas a los padres de familia y no solamente a ellos sino también a nosotros como maestros.

Fortalezas

- La motivación que tuvieron los estudiantes.
- El interés que pusieron tanto los estudiantes como los padres de familia por la novedad.
- La articulación que hubo entre las dos instituciones.
- El cruce de los componentes curriculares que se manejan en la institución, referentes a las matemáticas, con la robótica.
- La fortaleza cautivante que como directivos y profesores identificamos.



³⁴ La Universidad de los Llanos es una Institución colombiana que desarrolla el servicio público de la Educación Superior, sujeta a inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional.

³⁵ El Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena, es un establecimiento público del orden nacional. Adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia. Ofrece formación gratuita a millones de colombianos que se benefician con programas técnicos, tecnológicos y complementarios.

Los padres de familia consideran que es un gran proyecto que se debe replicar en otros grados del colegio con el fin de beneficiar a un mayor número de estudiantes.

Amenazas

- La infraestructura física.
- La condición socioeconómica de la comunidad.

DOFA padres de familia

Finalmente, se presenta el resultado de la matriz DOFA aplicada a los padres de familia de los estudiantes que participaron en el proyecto.

Debilidades

- Recursos limitados, lo cual ocasionó que solo se beneficiaran 15 estudiantes.
- Las instalaciones eran deficientes para el desarrollo de las sesiones de estudio con los equipos de robótica. El salón es pequeño e incómodo, y hace mucho calor.
- Se presentó inasistencia a algunas sesiones por parte de algunos estudiantes debido a compromisos personales o familiares.

Oportunidades

- Replicar el proyecto en otros grados del colegio con el fin de beneficiar a un mayor número de estudiantes, dado que los padres de familia consideran que es un gran proyecto.
- El proyecto debería replicarse también en la Sede La Cuncia³⁶ de la Institución Educativa Simón Bolívar.
- Solicitar a la administración municipal, departamental o nacional un espacio apropiado para el desarrollo del proyecto, con equipos de robótica y demás recursos necesarios para la implementación del proyecto, beneficiando no solo a los estudiantes de La Nohora, sino a otras comunidades de la región.

³⁶ La Cuncia es el nombre de una comunidad cercana, en la cual se encuentra otra sede de la Institución Educativa en la que se ejecutó el proyecto.

Fortalezas

- Aprovechamiento del proyecto al máximo en cuanto a aprendizaje obtenido.
- Uso de las capacidades de los estudiantes para ampliar sus conocimientos.
- Mejor uso del tiempo libre por parte de los estudiantes.

Instrumento de validación de las guías de aprendizaje

El instrumento fue diseñado por los investigadores y fue validado por dos pares evaluadores de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio. Una parte del instrumento se presenta en el cuadro 3.

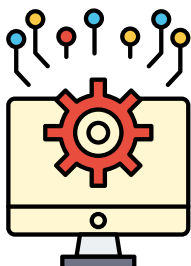
Cuadro 3. Apartes del instrumento de validación de las guías

A partir de la revisión de las guías aplicadas en la ejecución del proyecto de Robótica Educativa en La Nohora, califique cada uno de los enunciados, de acuerdo con la escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a «No tiene el parámetro» y 5 corresponde a «Cumple totalmente con el parámetro» así:

(1) No tiene el parámetro, (2) Tiene el parámetro, pero es insuficiente, (3) El parámetro es aceptable, (4) Se cumple con el parámetro, pero puede ser mejor, (5) Cumple totalmente el parámetro.

Rúbrica de calificación de la guía

Evaluación del preámbulo de la guía	Calificación (de 1 a 5)	Procedimiento
Se plantea con claridad el tema a trabajar.		
Se plantea con claridad el objetivo de la guía.		
Se dan a conocer los conceptos con claridad.		
Es clara la forma como los estudiantes deben desarrollar la guía.		



El instrumento de validación de las guías de aprendizaje fue validado por cuatro pares evaluadores con experiencia en investigación.

Instrumento de evaluación de la guía														
Parámetro para evaluar	Enunciado													Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Preámbulo de la pregunta														
Claridad en la redacción														
Coherencia con la temática planteada														
Lenguaje adecuado para el nivel del estudiante														
Pertinencia de la pregunta														
Claridad en lo que se pregunta														

Este instrumento fue validado por cuatro pares evaluadores con experiencia en investigación, dos de ellos vinculados a la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Villavicencio, y uno externo, vinculado a otra entidad de educación superior, también de Villavicencio.

Entrevistas

Posteriormente, se entrevistó a una muestra significativa de los diferentes actores que participaron en la implementación de la solución, para conocer sus opiniones respecto al trabajo en el aula realizado en el desarrollo de este proyecto.

Profesor de matemáticas y coordinadora académica

A continuación, se presentan las entrevistas realizadas al profesor de matemáticas y a la coordinadora académica de la Institución Educativa Simón Bolívar.

1. ¿Qué fortalezas y aspectos relevantes identificaron en la implementación del proyecto?

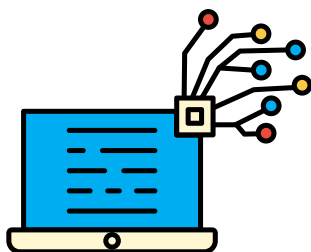
Profesor de matemáticas: Lo relevante en la aplicación del proyecto fue la motivación que tuvieron ellos [los estudiantes], el interés que pusieron tanto ellos como los padres de familia por la novedad, por los alcances que pensaron que podrían obtener. Y lo otro era el intercambio que hubo entre las dos instituciones.

Coordinadora: Sí, yo considero también que son aspectos importantes el hecho de esa visión de robótica, que es muy cautivante para los jóvenes, también el hecho de poderlo cruzar con los componentes curriculares que manejamos y el área de las matemáticas que, aun a pesar de todos los esfuerzos que se hacen, es una de las áreas que siempre se demuestra en las pruebas externas que los resultados desde el avance del pensamiento matemático son muy bajos. Entonces, el hecho de que los chicos asistieran a un curso de robótica que les ayudara para las matemáticas fue una de las fortalezas cautivantes para que nosotros como directivos y profesores, cuando recibimos la propuesta dijéramos de una vez, que sí.

2. ¿Qué aspectos consideran que se deben mejorar?

Coordinadora: Yo pensaría que es el hecho de hacerlo como más estructurado, poder impactar a grupos completos, que se hiciera más continuo, porque la expectativa fue grande, pero uno esperaría que esos encuentros fuesen más y no quedaran cortos, pues uno entiende que es arrancando, que no se tenían los elementos para poderlo optimizar. Entonces, el hecho de poder mejorar sería ampliarlo, que se impacte al número de estudiantes totales y que también sean mayor número de encuentros con ellos.

Profesor de matemáticas: Yo diría que un poco más de comunicación con el profesor del área, puesto que la estrategia que se vivió, si bien es cierto que vinieron a hacer un refuerzo, también es cierto que no hubo una comunicación más cercana con el profesor en cuanto a los temas que se estaban trabajando, ellos en su campo y el profesor aquí en el desarrollo del programa. Y lo otro, un poco más de comunicación en el sentido de lo que son los resultados que obtuvieron de lo que hay que mejorar. Por ejemplo, esta es la hora en que yo no conozco cómo nos encontraron, un diagnóstico con los resultados que se obtuvieron a partir de lo que ellos trabajaron, como lo que se



...poder hacer un trabajo más articulado para que también nos refuerce no solamente la componente en el aprendizaje de los chicos, sino también en la labor que como profesor se hace, y en el fortalecimiento del Plan de Estudios institucional...

hizo aquí. Supongo que eso debe ser algo coordinado, ¿qué tiene usted?, ¿qué tengo yo?, ¿qué me falta?, ¿qué me faltó?, ¿qué hice?, ¿qué aporté?, ¿qué resultados obtuve? En ese sentido, se tiene que mejorar.

3. ¿Qué recomendaciones daría usted para ejecutar mejor el proyecto?

Coordinadora: Esta pregunta la abordamos en el punto anterior, cómo poder ampliarlo, y como el profe también expresa, poder articular, ya desde la parte curricular con el diagnóstico, la aplicación de la estrategia y también ver los resultados. Y entonces, poder hacer un trabajo más articulado para que también nos refuerce no solamente la componente en el aprendizaje de los chicos, sino también en la labor que como profesor se hace, y en el fortalecimiento del Plan de Estudios institucional.

Profesor de matemáticas: También ahí el seguimiento, desde el inicio hasta el final; saber qué ha pasado con ellos después de, o sea, el seguimiento durante y después del programa. Creo que esa información, tanto para ustedes como para nosotros acá, es bastante provechosa. Y la otra sería trabajar más cercanos con los padres de familia, las tres: los padres de familia, la institución de ustedes y nosotros.

4. ¿Qué aspectos considera débiles en el proyecto?

Coordinadora: No es tanto decir los débiles, sino la oportunidad de mejora, y ya les hemos ido enunciando lo que se ha ido presentando. Digamos que la capacidad de las instalaciones fue muy pequeña; la cantidad de estudiantes participantes también fue mínima, y el hecho de una mayor articulación daría una oportunidad de mejora y fortalecimiento del mismo proyecto.

5. ¿Con qué entidades considera podemos aliarnos o qué espacios de la comunidad podemos aprovechar para mejorar el proyecto?

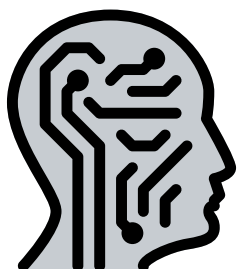
Profesor de matemáticas: Las empresas que están en el entorno, por ejemplo, las empresas que están produciendo aquí, que son la gravillera³⁷, la de aquí al lado, por ejemplo. Y de pronto, con las entidades estatales, como, por ejemplo, la electrificadora.

37 Empresa dedicada a la extracción de grava menuda, generalmente empleada como pavimento y en la fabricación de cemento.

Coordinadora: Yo creo que también se podría establecer una alianza con la Universidad de los Llanos, en esa formación que ellos también están adelantando en esa componente y también con el Sena. El Sena también ha ido creciendo en esta línea, para que el trabajo no se haga solamente a nivel de los chicos, sino poder hacerlo también extensivo a la comunidad educativa, para que los padres de familia también vinieran. O sea, ¿uno que soñaría? Que se tuviese y se instalara un proyecto aquí que fuese convalidado por ejemplo con el Sena; al menos unos cursos de certificación, porque la población lo necesita. Los padres de familia necesitan una formación, no es que sea muy específica, pero al menos una formación básica y que ellos puedan tener una acreditación, ya sea por UNIMINUTO, acreditada por el Sena.

A partir de la ejecución de este proyecto, reflexionábamos como profesores y visionábamos el hecho de establecer una media técnica que fuese en robótica. Entonces, ya pensamos en la otra sede del colegio donde hay un mejor espacio físico, condiciones, y que UNIMINUTO llegase y pudiera ofrecer terminar esa cadena de formación, porque Villavicencio queda lejos; para nuestra población, Villavicencio es como si fuese otra ciudad, entonces, poderles ofrecer acá una media diversificada. Y llegamos a pensar: bueno, que chévere con robótica para los chicos; los va a cautivar mucho más. Pero no solamente para ellos, sino también pensando en poder brindar algunas herramientas a los padres de familia, y no solamente a ellos, sino también a nosotros como maestros. O sea, también pensábamos en nosotros, como maestros, poder tener un acercamiento con las TIC y con este mundo que ya nos toca, y que debemos asumirlo, abordarlo y que, por ejemplo, no tenemos esas competencias; algunos no las tenemos.

Hoy casualmente hablábamos de un chico que tenemos aquí, de grado séptimo. Es un niño que tiene las cicatrices en la cara y está totalmente cautivado por todo lo que tiene que ver con la robótica. Entonces, él se inventó un brazo que se movía; para antier trajo una pistola. Él entra a YouTube, mira cómo se hace, y ha venido trayendo esos modelos acá y entonces nosotros decíamos: «Bueno, ¿y ahora que hacemos con este chico?», y entonces hoy hablábamos nuevamente con otro profesor y decíamos: «No, nos toca hablar con UNIMINUTO y contarles», porque mire que no porque ellos vivan aquí en La Nohora y que no porque no tengan condiciones favorables, pero ellos, los inquietos, también tienen su acceso a la conectividad, la rebuscan, y a ellos les llama mucho el hecho de poder trabajar con los kits de robótica.



...Aquí en la institución los espacios son muy reducidos, los espacios adecuados para realizar el proyecto no los tenemos, pero aun así creemos que eso no es tan necesario; lo importante es tener la voluntad y querer hacer las cosas.

Profesor de matemáticas: Y no solamente los muchachos que están interesados. Todo lo que tiene que ver con electrónica, con los dispositivos modernos, con los de avanzada, es decir, manejan eso al derecho y al revés. Supongo que en otras partes también, pero lo que lo hace particular en ellos es la condición en la que están aquí y el interés que muestran por ello. No solamente por el manejo del aparato, sino también por el uso que le dan a eso; cómo se las ingenian.

Coordinadora: La automatización. Cómo ese niño pudo, ya Óscar lo vio y decía: «Coordinadora, es que yo lo veía a él y yo hice el disparo, y eso fue varios metros». Y él le decía: «Profe, yo le inventé seguro». El chico le puso hasta el seguro y todo, y como era para el trabajo de esta semana, por la semana de la paz, entonces Óscar le dijo: «Mire, yo le voy a valorar esto en tecnología. Se lo voy a valorar en matemáticas, también en sociales, pero no puedo permitir que usted me presente ese modelo funcionando, porque me va a incitar a la violencia y al maltrato». Pero quedamos sorprendidos y hoy, que hablábamos hace ratito en la reunión, dijimos: «Ahora que venga UNIMINUTO, le vamos a contar». O sea, mire que aquí tenemos chicos que están interesados por esa parte de la automatización y no sabemos cómo podemos ayudar, cómo poderlo canalizar; entonces, sí hay como mucho por hacer acá.

6. ¿Qué elementos considera perjudiciales que obstaculizarían el desarrollo del proyecto?

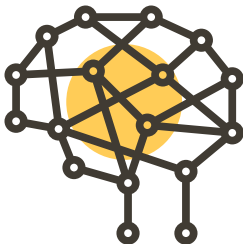
Coordinadora: Si vamos a los espacios materiales, a la estructura física, pues sí tendríamos bastante adversidad. El mismo hecho de la ubicación aquí de La Nohora, el acceso a internet es limitado; no todas las empresas que se ubican en Villavicencio tienen la red que cubra acá, aquí hay por ahí dos que son piratas y con esas piratas es que la comunidad vende, revende, y se comparte. Por ahí Tigo llega, pero ellos tampoco tienen para poderse vincular de manera formal y pagar. Entonces, ellos consiguen los pines, ellos pagan por ahí, pero todo es un mundo no formal; esa es una adversidad.

Aquí en la institución los espacios son muy reducidos, los espacios adecuados para realizar el proyecto no los tenemos, pero aun así creemos que eso no es tan necesario; lo importante es tener la voluntad y querer hacer las cosas. Sí tenemos en La Cuncia un espacio, mucho más favorable, pero también somos

conscientes de que ellos [los estudiantes] a veces no tienen ni para pagar la buseta: o pagan la buseta o comen. Entonces, decimos: «No, pero de alguna manera podemos articularnos». Al comienzo pensamos con los representantes de la comunidad, con la Junta de Acción Comunal, cómo poder ir allá a los sitios que ellos tienen, su caseta comunal y eso, pero ellos mismos han visto la bondad de esta institución ya como oficial, pública, y entonces también han querido: «Profe, traigámoslos, que vengan. Mire, acá los podemos reunir». Y en ese sentido, el señor rector también ha sido abierto, pero aun así no es fácil. El Sena, por ejemplo, vino y nos trajo un curso que era sobre el manejo básico de diseños de esta parte metálica; entonces, ellos se imaginaron que les iban a enseñar a hacer la soldadura y todo eso. Vinieron con expectativas a las primeras dos o tres clases, pero cuando se dieron cuenta que era la forma de diseño, pues, ellos todavía no tienen esa cultura; para ellos lo importante es que usted sepa hacer, armar, construir; entonces, ya se sintieron como que eso no era y no regresaron.

No es fácil establecer una cultura de formación académica aquí, pero sí vemos en la parte de robótica, en la parte de manejo de las TIC, que es más fácil, porque es que eso es de hacer. Entonces, por ahí vemos que hay una línea que entraría a apoyar a la comunidad de La Nohora, porque realmente sus condiciones para supervivencia son mínimas y no tienen los recursos para poder de verdad tener una formación. O sea, si no llegamos aquí donde ellos están, ellos van a seguir en el rebusque, en vender la papa, el maní, la piña. Y los niños, aunque acá les decimos muchas cosas y nos colocamos de ejemplo, pues igual ellos siguen viendo que la economía se sigue moviendo en lo mismo.

Profesor de matemáticas: En resumen, algo que sea adverso para el programa es la misma condición socioeconómica de la gente acá. Los intereses que eso les determina no son a largo plazo, sino que son inmediatos; por eso, aparte lo que es con la academia, lo que tiene que ver con esa preparación se les dificulta, aparte de que no tienen la fundamentación suficiente como para abordar todos esos temas, pero lo que es lo práctico, con ellos va. Y lo que decía la profesora, aquí tenemos dificultades locativas y la parte de infraestructura es mínima, y eso limita también el desarrollo del programa.



Como resultado los padres de familia presentan la ampliación del aprovechamiento del tiempo libre y que los chicos utilizaron sus capacidades de ampliar sus conocimientos.

Padres de familia

Enseguida se presentan los resultados de la entrevista realizada a los padres de algunos de los estudiantes que participaron en el proyecto.

1. ¿Qué fortalezas y aspectos relevantes identificaron en la implementación del proyecto?

Padre 1: El primer aspecto es que los muchachos aprovecharon el proyecto al máximo, lo que aprendieron. Y, pues, me gustaría que lo volvieran aplicar en el colegio para otros grados, que tuvieran la misma oportunidad que los muchachos ya tuvieron.

Padre 2: La ampliación del aprovechamiento del tiempo libre y que los chicos utilizaron sus capacidades de ampliar sus conocimientos. Y que sea para mayor número de estudiantes, para que todos tengan la posibilidad de vincularse en el proyecto, ya que es un gran proyecto.

2. ¿Qué aspectos consideran que se deben mejorar?

Padre 1: Sería bueno que fuera todo el grado, porque esta vez fue solo la mitad del grado. Entonces, sería que al proyecto se pudiera vincular el curso completo para tener mejor alcance.

Padre 3: Que se puedan vincular otros grados y también la sede de La Cuncia, porque se supone que es una comunidad educativa, como una familia, y ojalá se pudiera tener beneficios allá.

3. ¿Qué recomendaciones daría usted para ejecutar mejor el proyecto?

Padre 1: Aquí, a Villavicencio, le hace falta un sitio para la ciencia, entonces ese proyecto se puede pasar por cada ente gubernamental como el municipio y la Gobernación.

Padre 8: Yo tenía un proyecto para la comunidad, de una antena de zona libre de wifi. Me dieron el proyecto y el punto del satélite donde la antena dio, fue pegando en la avenida. Entonces, ¿qué pasó? Los que traían el proyecto a la comunidad empezaron a poner la antena y vino espacio público e Invías³⁸ y nos la retiró,

³⁸ El Instituto Nacional de Vías es un establecimiento público del orden nacional, adscrito al Ministerio de Transporte de la República de Colombia. Tiene como objetivo ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo de la nación.

y como fuimos poquitos de la comunidad los que estuvimos presentes, entonces a Invías no le importó; fue, trajo una grúa y la sacó. Y nos quitaron la antena.

4. ¿Qué aspectos considera débiles en el proyecto?

Padre 4: Las instalaciones.

5. ¿Qué elementos considera perjudiciales, que obstaculizarían el desarrollo del proyecto?

Padre 5: La falta de recursos, porque los estudiantes siempre quieren participar en todos los proyectos que les lleguen, pero si el proyecto es pequeño, no viene para todos por falta de recursos.

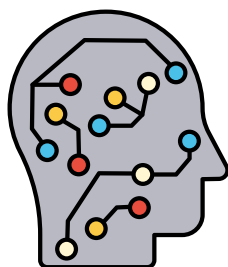
Padre 9: Definitivamente la falta de recursos es un aspecto importante y que podría obstaculizar la ejecución de este tipo de proyectos.

Estudiantes

De la entrevista realizada a los estudiantes que participaron en el proyecto, se obtuvieron los resultados que se exponen a continuación.

1. ¿Qué fortalezas y aspectos relevantes identificaron en la aplicación del proyecto?

- Lo primero que identifiqué fue el buen manejo de las matemáticas, porque no teníamos muy claro el tema; entonces, el profesor explicó el tema y lo pudimos comprender, gracias a que el profesor tiene una buena metodología de enseñanza.
- La pedagogía usada por ustedes cuando nos enseñaban. Nos sirvieron mucho las explicaciones matemáticas.
- Aprendimos cosas que no sabíamos ni habíamos visto aún en clase, como algunos temas que relacionaban la física.
- No habíamos trabajado lo relacionado con los problemas de física, ya que realmente, de física, se ha trabajado muy poco en clases.



...lo que aprendimos de conceptos de física nos ha servido mucho este año, ya que llegamos con unos conocimientos previos y es bonito poder decir «¡Huy!, eso ya lo sabíamos».

- Lo que aprendimos de conceptos de física nos ha servido mucho este año, ya que llegamos con unos conocimientos previos y es bonito poder decir «¡Huy!, eso ya lo sabíamos».
- El poder tener los robots a nuestro servicio.
- El tener el computador para poder usar el *software* donde se programaba el robot, ya que sin estos implementos tecnológicos no hubiésemos podido hacer nada.
- El trabajo con el robot y la programación de este se tornó para nosotros como un juego, y así entendimos mejor algunos temas de matemáticas.

2. ¿Qué aspectos consideran que se deben mejorar?

- Buscar un espacio más amplio.
- Un lugar donde el nivel del piso este alineado, ya que en ese salón estaba como en bajada y no nos facilitaba el trabajo con el robot.
- Un espacio donde haya aire acondicionado, porque las condiciones de calor eran insoportables.
- Buscar un espacio donde el piso no esté con tierra, ya que las piedras y la arena, aunque fuera poca, no dejaban que el robot se moviera exactamente por donde se tenía programado.

3. ¿Qué recomendaciones daría usted para ejecutar mejor el proyecto?

- Reducir los grupos de trabajo a máximo tres integrantes, para mayor aprendizaje, ya que en varios grupos se veía que trabajaban máximo dos o tres personas y las demás no hacían nada, y eso teniendo en cuenta que en la guía de trabajo el profesor nos había designado un rol a cada integrante del grupo.
- Tener la posibilidad de más robots, para formar grupos más pequeños para que todos trabajen.
- Que se puedan vincular más compañeros al taller de robótica.

4. ¿Qué entidades consideran ustedes serían buenas aliadas para mejorar la implementación del proyecto?

- La Alcaldía, en la búsqueda de recursos para la compra de los robots.
- La Gobernación.
- La universidad.
- La Junta de Acción Comunal del barrio.

5. ¿Qué elementos considera perjudiciales, que obstaculizarían la implementación del proyecto?

- El tiempo, ya que nosotros entrábamos a clases a las 2 p. m. y, por ende, al participar del proyecto de robótica se perdían clases y nos atrasábamos académicamente; aunque el profesor nos daba tiempo de presentar las actividades, pero no nos daba igual las explicaciones como las había dado en la clase a los que sí habían estado.
- Sería bueno poder recibir el curso de robótica en jornada contraria.
- El piso del salón de clases, porque los robots no giraban bien por estar en mal estado.



Etapa 7. Escalar

En esta fase de la ruta de innovación social se busca la apropiación de la tecnología social por parte de otras comunidades distintas a la cocreadora del proceso, adaptándola a diferentes contextos, con el fin de aumentar el número de personas beneficiadas.

A mediados del año 2020, el proyecto ganó la IX Convocatoria para el Desarrollo y Fortalecimiento de la Investigación en UNIMINUTO, con lo que se obtuvo la financiación necesaria para implementarlo; esta vez, con estudiantes de los grados noveno y décimo, en el municipio de Villavicencio.



Conclusiones y recomendaciones



El análisis de la información recolectada durante el recorrido de este proyecto por cada una de las fases de la ruta de innovación social permite formular las siguientes conclusiones

- Los principales resultados del ejercicio de investigación fueron de tipo cuantitativo, evidenciados en el comparativo del desempeño de los estudiantes frente a la prueba diagnóstica y a la evaluación presentada al finalizar las sesiones de robótica. Respecto a la cantidad de aciertos en las pruebas, hubo un progreso del 70 %, no hubo cambio en un 20 % y hubo confusión en un 10 % de las preguntas planteadas en las pruebas.
- El proyecto arrojó otros resultados que no son tan evidentes. Estos se refieren al aprovechamiento del tiempo libre, al trabajo en equipo, al mejoramiento de habilidades blandas en los estudiantes, entre otros. El equipo de investigadores pudo evidenciar que el componente motivacional juega un papel muy importante a la hora de garantizar la participación de los estudiantes. La sana competencia y la cooperación entre los equipos de trabajo propiciaron un ambiente de formación cargado de situaciones de entusiasmo y alegría por completar los retos propuestos.
- El liderazgo y el trabajo en equipo son habilidades blandas que se reforzaron con la ejecución del proyecto. Durante el proceso el egoísmo brilló por su ausencia en las sesiones de clase, por el contrario, la cooperación entre los equipos con el fin de completar los retos propuestos fue una situación no planeada y de evolución totalmente espontánea en el ambiente de formación.
- Se debe articular la metodología con los currículos de las instituciones educativas, tomando como referente fundamental las competencias que estipula el Ministerio de Educación Nacional para la formación de bachilleres. Esto, con el propósito de formular guías pedagógicas que respondan a las necesidades

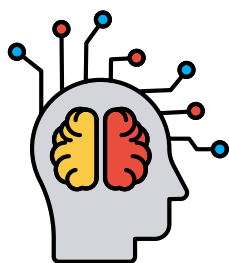
Una comunidad en la que se presentan continuamente necesidades es un frente de trabajo para las universidades en cuanto a investigación y proyección social se refiere. En consecuencia, todas las estrategias y proyectos que buscan cambiar las condiciones, generalmente negativas, de dichas comunidades son la estrategia correcta para que las instituciones aporten su esfuerzo en el mejoramiento continuo de la sociedad.

propias de los diferentes saberes en matemáticas y sus ramas afines en la educación básica y media. Para ello, se requiere formar a los profesores en robótica, educación STEM y pedagogía, mediante pasantías en universidades o instituciones educativas referentes de dicha metodología a nivel nacional o internacional. Asimismo, la estrategia contempla el desarrollo de un diplomado en Robótica como apoyo para las matemáticas, dirigido a los profesores de las instituciones de educación básica y media.

Las siguientes recomendaciones y observaciones permitirán empaquetar la tecnología social y escalarla a otras comunidades con características similares a la de este proyecto:

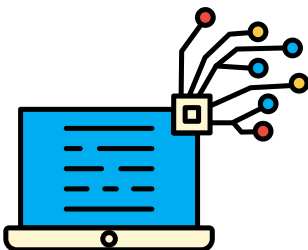
- Una comunidad en la que se presentan continuamente necesidades es un frente de trabajo para las universidades en cuanto a investigación y proyección social se refiere. En consecuencia, todas las estrategias y proyectos que buscan cambiar las condiciones, generalmente negativas, de dichas comunidades son la estrategia correcta para que las instituciones aporten su esfuerzo en el mejoramiento continuo de la sociedad. Particularmente UNIMINUTO, cuya filosofía institucional reza sobre los más necesitados, llevó a cabo esta estrategia con total entereza y profesionalismo, dando lo mejor posible, siempre que así lo permitieran los recursos disponibles. Por tal razón, la comunidad del barrio La Nohora, formalizó dicho reconocimiento y agradecimiento por escrito en un oficio entregado a la Vicerrectoría Regional Orinoquía, en el cual resalta la estrategia implementada y se insta a UNIMINUTO a continuar con estrategias similares a la ya descrita.
- El programa de Tecnología en Desarrollo de Software debe continuar gestando proyectos de impacto social y, de ser posible, gestionar una alianza utilizando el modelo Universidad-Empresa-Estado, de tal forma que esta metodología se posicione dentro de las políticas de educación, en pro de conseguir recursos que puedan invertirse en la adquisición de las herramientas necesarias (simuladores, robots, portátiles, etc.) para facilitar la fase de escalar.
- En futuras iniciativas con comunidades vulnerables, el equipo ejecutor debe procurar ajustar la duración total de los encuentros en el aula para que sumen una intensidad horaria de 40 horas, teniendo en cuenta las temáticas planteadas desde el Plan de Estudios institucional en dicha área, a fin de poder impactar específicamente en el afianzamiento de las temáticas abordadas tanto en las clases como en los talleres de robótica.

- Es necesario que se procure la interdisciplinariedad del equipo de profesores investigadores, pues se hizo evidente que, debido a la naturaleza del proyecto y de la estrategia, el equipo debe estar integrado por licenciados, psicólogos y/o trabajadores sociales e ingenieros, de forma tal que se puedan abarcar diferentes ramas del saber y desde perspectivas distintas.
- La formación de los profesores investigadores en temáticas relacionadas con desarrollo de *software*, computación, robótica, automatización, matemáticas, pedagogía y educación STEM —a través de la participación en misiones académicas, congresos, cursos de corta duración e intercambio profesoral a nivel nacional o internacional— es una estrategia indispensable para la correcta ejecución de futuras iniciativas. Aprovechando la alianza universidad-empresa-Estado, esta formación debe contemplar pasantías, diplomados y formación posgradual a nivel de especialización, maestría o doctorado para los investigadores.
- Los estudiantes que se beneficiaron con la ejecución del proyecto recibieron su proceso de formación en la institución educativa a la que pertenecen. En futuros trabajos, se podría contemplar el desplazamiento de los estudiantes a los laboratorios de UNIMINUTO, sede Villavicencio, para desarrollar las sesiones de estudio en una infraestructura física adecuada y aprovechar los recursos tecnológicos disponibles.
- La metodología que se ha estructurado hasta la creación de esta obra requiere implementar una fase de evaluación del seguimiento académico de los estudiantes y medición del impacto una vez terminadas las sesiones de clase. Entre las estrategias a implementar podrían contemplarse mantener comunicación permanente con el profesor de matemáticas de la Institución Educativa, a fin de evaluar el aprendizaje adquirido por los estudiantes.
- Como parte de un trabajo futuro, se espera poder formar a los profesores que determine la Institución Educativa, de tal manera que estén capacitados para ser multiplicadores de la metodología en sus aulas de clase. Así, es posible garantizar la sostenibilidad del proyecto, con la asesoría y acompañamiento permanente del equipo de investigadores. Esta sostenibilidad debe contemplar también la dotación con equipos básicos para realizar las sesiones de prácticas en las aulas de clase.
- Otro aspecto para resaltar es que se deben buscar estrategias de acompañamiento por parte de los profesores de la Institución Educativa, a fin de articular el conocimiento adquirido en las clases de robótica en el Plan de Estudios de la Institución Educativa para el área de matemáticas.

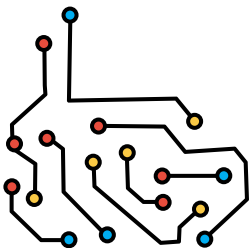


Referencias

- Barraza Morelle, C. y Caicedo Delgado, L. P. (2007). *Mujeres entre mafiosos y sectores de la guerra: impacto del proceso de desarme, desmovilización y reintegración en la vida y seguridad de las mujeres en comunidades en pugna: caso Villavicencio*. Corporación Humanas, Centro Regional de Derechos Humanos y Justicia de Género.
- Botero Espinosa, J. (2018). *Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Education Colombia.
- Carreño, M. (2009). Teoría y práctica de una educación liberadora: el pensamiento pedagógico de Paulo Freire. *Cuestiones Pedagógicas: Revista de Ciencias de la Educación*, (20), 195-214.
- Chen, Y. y Chang, C.-C. (2018). The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1614. <https://doi.org/10.29333/ejmste/94314>
- Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. (2014). *Proyecto Educativo Institucional*.
- de Zubiría Samper, J. (2006). *Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante*. Magisterio.
- Decreto 1930 de 1979 (8 de agosto). Presidencia de la República. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1526>
- Gómez Zambrano, A. R. (2017). El enfoque praxeológico [Mesa de trabajo: Pedagogía y didáctica]. En *2o Simposio Internacional de Postgrados en temas y problemas de investigación en educación. Retos y desafíos de la educación en la época de la inclusión y la interculturalidad*. <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/botonesweb/PONENCIAS PARA SUBIR/Gomez Zambrano Roberto Antonio ENFOQUE PRAXEOLÓGICO.pdf>



- Hernández Castillo, M. A. (2018). *La historia del barrio La Nohora*. <https://es.scribd.com/document/469596373/HISTORIA-BARRIO-LA-NOHORA-pdf>
- Joyanes Aguilar, L. (2017). *Industria 4.0: La cuarta revolución industrial*. Alfaomega.
- Juliao Vargas, C. G. (2011). *El enfoque praxeológico*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.
- Juliao Vargas, C. G. (2013). *Una pedagogía praxeológica*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.
- Jung, S. E. y Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability, (Switzerland), 10(4)*, 1-24. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kim, S. H. y Jeon, J. W. (2007). Programming LEGO Mindstorms NXT with visual programming. *ICCAS 2007 - International Conference on Control, Automation and Systems*, 2468-2472. <https://doi.org/10.1109/ICCAS.2007.4406778>
- Lera López, F., Hernández Nanclares, N. y Blanco Vaca, C. (2003). La «brecha digital»: un reto para el desarrollo de la sociedad del conocimiento. *Revista de Economía Mundial*, (8), 119-142.
- McCarthy, N. (2017, 6 de febrero). *The countries with the most STEM graduates*. IndustryWeek. <https://www.industryweek.com/talent/article/21998889/the-countries-with-the-most-stem-graduates>The Countries With The Most STEM Graduates.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares para Matemáticas*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (s. f.). *Estándares básicos de competencias en Matemáticas*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Morrison, J. S. (2006). *IES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education*. Teaching Institute for Excellence in STEM. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2012.01.011>
- Motz, R. y Rodés, V. (2013). Pensando los ecosistemas de aprendizaje desde los entornos virtuales de aprendizaje. *Conferencias LACLO*, 4(1), 1-8.



Nunan, D. (2003). The impact of English as a global language on educational policies and practices in the Asia-Pacific region. *TESOL Quarterly*, 37(4), 589. <https://doi.org/10.2307/3588214>

Orozco Pineda, P. A. y Pineda Martínez, E. O. (2017). *Investigación educativa desde la perspectiva de la pedagogía praxeológica: fundamentos y técnicas*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

Ortiz Ocaña, A. (2013). *Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje*. Ediciones de la U.

Parque Científico de Innovación Social. (2018, julio). [Presentación]. *Presentación general 2018*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. <http://umd.uniminuto.edu/documents/1242125/7268616/Presentación-+PCIS-Octubre-23.pdf/ec34d061-42ee-4770-b071-f7f3b9f5d5ba>.

Parque Científico de Innovación Social. (2019a). *Ruta de la Innovación Social*. <http://umd.uniminuto.edu/web/pcis/ruta-innovacion-social>

Parque Científico de Innovación Social. (2019b). *STEM - Portal UNIMINUTO*. <http://umd.uniminuto.edu/web/pcis/stem>

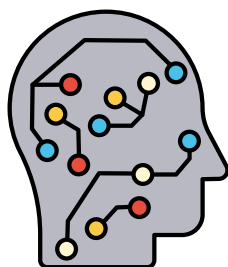
Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M. y Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, (95), 309-327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

Serna Gómez, H. (2003). *Gerencia estratégica: teoría, metodología, alineamiento, implementación y mapas estratégicos, índices de gestión* (8.ª ed.). 3R Editores.

Soler Mata, J. y Colleldelmont Pujadas, E. (Coords.) (2018). *Pedagogías y prácticas educativas contemporáneas*. Horsori.

STEM Education Colombia. (s. f.). *¿Qué es la educación STEM?* <https://www.stemeducol.com/que-es-stem>

Suárez-Gómez, A.-D. y Pérez-Holguín, W. J. (2020). Physical visualization of math concepts using LEGO mindstorms. *Journal of Technology and Science Education*, 10(1), 72-86. <https://doi.org/10.3926/jotse.788>

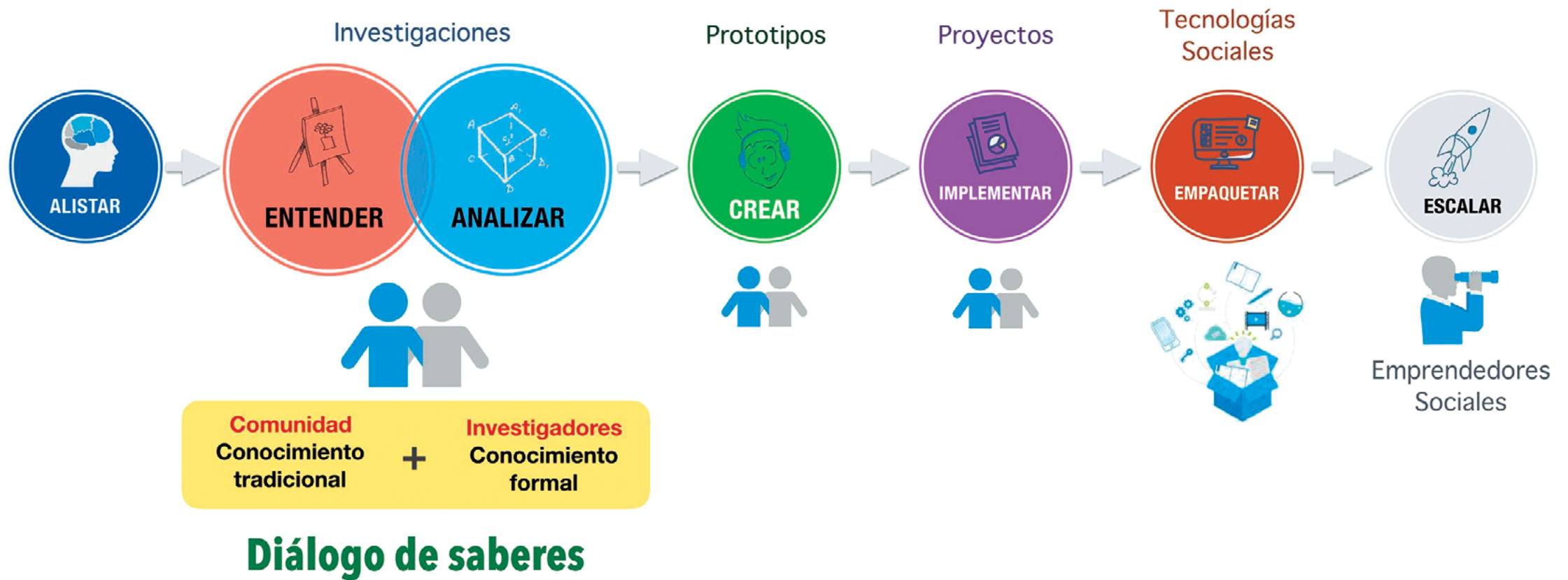


- U. S. Department of Homeland Security. (s. f.). *Kindergarten to grade 12 students*. Study in the States. <https://studyinthestates.dhs.gov/students/get-started/kindergarten-to-grade-12-students>
- Vargas Guativa, J., Guapacho Castro, J. e Isaza Domínguez, L. (2017). Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (52), 100-118.
- Villa, L. y Melo, J. (2015). *Panorama actual de la innovación social en Colombia* (Documento para discusión n.o IDB-DP-381). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0000004>
- Vive el Meta. (2018, 30 de junio). En Villavicencio se lleva a cabo curso básico de robótica. *Vive el Meta*. <http://www.viveelmeta.com/en-villavicencio-se-lleva-a-cabo-curso-basico-de-robotica-1301>

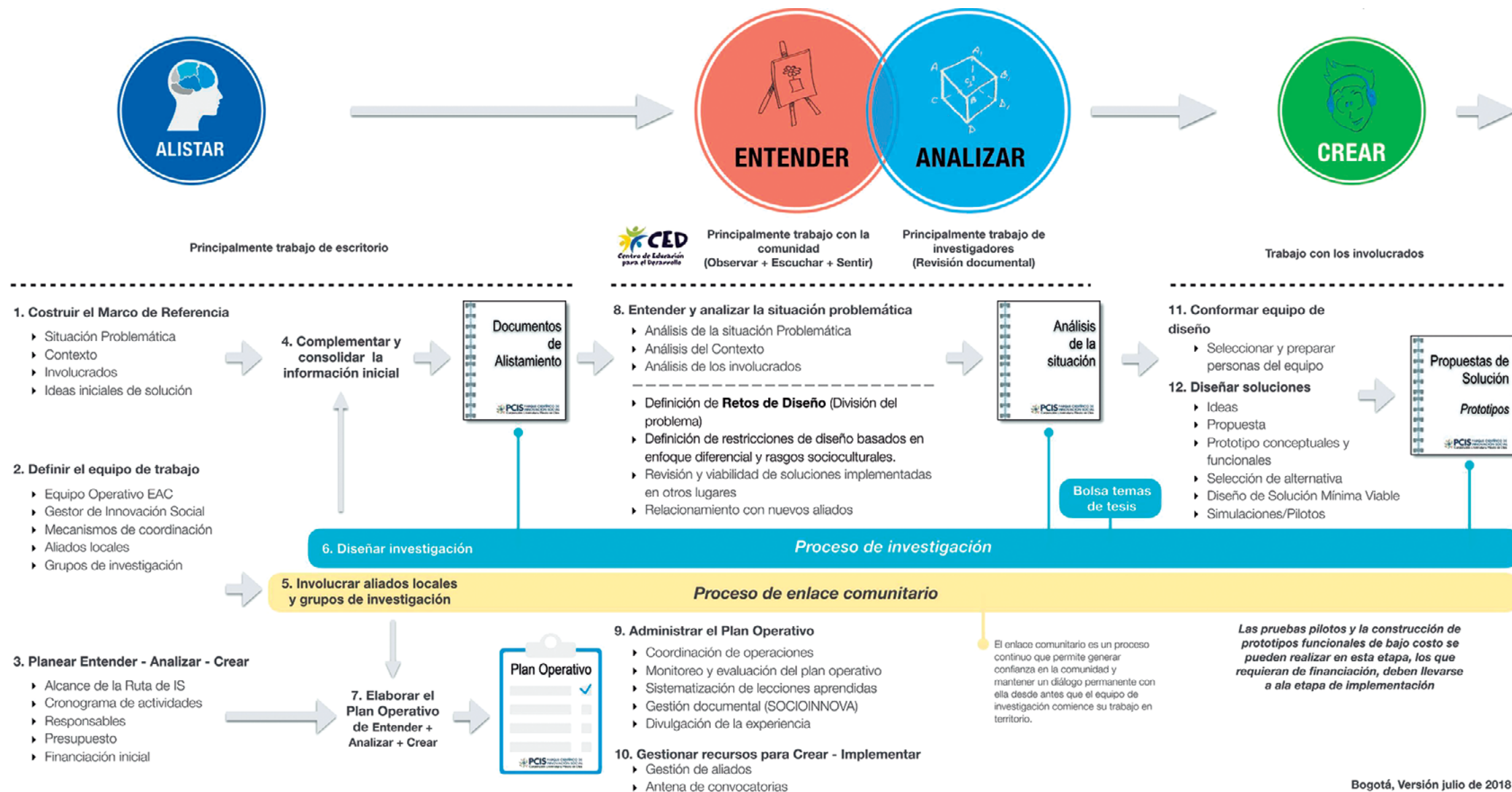
Anexos



Anexo 1. Ruta de innovación social



Anexo 2. Actividades de la ruta de innovación social: etapas 1 a 4



Anexo 3. Actividades de la ruta de innovación social: etapas 5 a 7



Aclarar la opción de plan de negocios



- 1. Formular ruta de implementación**
 - ▶ Matriz de Marco Lógico/Modelo de Negocios
 - ▶ Documento
 - ▶ Cronograma y Presupuesto
- 2. Financiar**
 - ▶ Definir financiador
 - ▶ Presentación del proyecto
- 3. Implementar**
 - ▶ Planes Operativos
 - ▶ Gerencia del proyecto
- 4. Aprender colectivamente**
 - ▶ Desarrollo de un sistema de Monitoreo, Evaluación y Sistematización

- 1. Conformar la tecnología**
 - ▶ Oferta de valor
 - ▶ Base conceptual
 - ▶ Estructura
 - ▶ Caja de herramientas
 - ▶ Manual de uso
 - ▶ Modelos de soporte
- 2. Validar**
 - ▶ Revisión técnica



- 1. Seleccionar modelo de transferencia**
- 2. Conformar grupo de escalamiento**
- 3. Descubrimiento de clientes**
- 4. Crecimiento y consolidación**

Proceso de Investigación

Proceso de enlace comunitario

- 5. Administrar**
 - ▶ Gestión administrativa y financiera
 - ▶ Gestión documental (SOCIOINNOVA)
 - ▶ Gestión de aliados
 - ▶ Divulgación de la experiencia
 - ▶ Liquidación del proyecto

- 3. Proteger**
 - ▶ Mecanismo de propiedad intelectual
- 4. Divulgar**
 - ▶ Banco de Tecnologías Sociales

Alianza con:



Este libro *Robótica educativa en La Nohora. Una experiencia de innovación social*, contiene las experiencias vividas por un grupo de profesores y estudiantes alrededor de un proyecto de investigación cuyo objetivo fue contribuir al fortalecimiento de las habilidades blandas y de las competencias matemáticas de los participantes, a través de la Educación STEM y un robot LEGO programable como herramientas innovadoras de aprendizaje. El libro describe detalladamente cada una de las acciones llevadas a cabo por los actores durante la ejecución del proyecto y, asimismo, da cuenta de los impactos positivos que la Corporación Universitaria Minuto de Dios logra en las comunidades a través de proyectos cuyo propósito es la transformación social.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de calidad al alcance de todos

Vicerrectoría Regional Orinoquía
Sede Villavicencio