



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Título:

Diseño de una Propuesta Pedagógica Basada en ABP con Enfoque STEM para el Fortalecimiento del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Educación Media.

Este proyecto aporta al fortalecimiento de procesos educativos contextualizados que responden a necesidades del entorno escolar rural mediante el uso de tecnologías aplicadas a la huerta escolar. Este proyecto es innovador porque integra aprendizaje basado en proyectos, enfoque STEM y recursos digitales en una propuesta pedagógica sobre riego automatizado escolar.

Autores:

Andrés Giovanni Araque Oviedo

Edna Katherine Barrera García

Director: Sandra Merchan

Codirector: Ana Milena Riaño Salgado

andres.oviedoara@usantotomas.edu.co

[Cv](#)[lac](#) [ORCID](#)

edna.garciabar@usantotomas.edu.co

[Cv](#)[lac](#) [ORCID](#)

Fecha de presentación: Mayo de 2026



Resumen

A partir de las exigencias tecnológicas surgidas de los retos del siglo XXI y sociedad en constante cambio, donde el desarrollo de habilidades y competencias son fundamentales para tener seres humanos íntegros. Ante la necesidad de superar las deficiencias en competencias científicas y tecnológicas, Colombia, a través de pruebas estandarizadas, se ha evidenciado, una deficiencia en el desarrollo del pensamiento computacional, y por ende, en la I.E Suazapawa ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá, por medio de estas pruebas, evidencia un déficit en el uso de recursos tecnológicos y sus implicaciones ambientales, e inclusive el no reconocimiento de patrones en datos presentados. A partir de esta situación, surge la oportunidad de crear una estrategia pedagógica, basada en un riego automatizado, donde se oriente a fortalecer el pensamiento computacional mediante el enfoque STEM, por tanto, esta investigación busca contribuir al desarrollo de habilidades como lo son la automatización, la descomposición de problemas y diseño de algoritmos; y competencias como resolución de problemas y la alfabetización digital. En consecuencia, se espera que el diseño permita mejorar los indicadores en el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad, y que también fomente habilidades cruciales del siglo XXI.

Palabras clave: Pensamiento computacional, Enfoque STEM, Aprendizaje basado en proyectos.

Abstract

Based on the technological needs arising from the challenges of the 21st century and a constantly changing society, where the development of skills and competencies are essential for having integral human beings. Faced with the need to overcome deficiencies in scientific and technological competencies, Colombia, through standardized tests, has evidenced a deficiency in



the development of computational thinking. Therefore, at the Suazapawa I.E., located in the municipality of Nobsa, Boyacá, these tests reveal a deficit in the use of technological resources and their environmental implications, and even the lack of pattern recognition in presented data. This situation presents an opportunity to create a pedagogical strategy based on automated irrigation, aimed at strengthening computational thinking through a STEM approach; consequently, this research seeks to contribute to the development of skills such as automation, problem decomposition, and algorithm design, as well as competencies like problem-solving and digital literacy. Consequently, the design is expected to improve indicators in the Science, Technology, and Society component and also foster crucial 21st-century skills.

Keywords: Computational thinking, automated irrigation, STEM Education

Introducción

Actualmente nos encontramos inmersos en un mundo cada vez más digital, en donde exige que la sociedad sea competente en habilidades y competencias específicas que van de la mano con el avance tecnológico. En el contexto educativo actual, se busca que el estudiante adquiera nuevas capacidades que le permitan enfrentar los problemas del mundo actual. Es así como, esta investigación busca que estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa, dominen competencias clave del siglo XXI, como la resolución de problemas y alfabetización digital, preparándose para desafíos académicos y laborales futuros. Para ello se propone diseñar una estrategia pedagógica que permita fomentar el fortalecimiento del pensamiento computacional.



Ahora bien, los autores Orozco et al (2022) consideran que, el pensamiento computacional es fundamental en el mundo actual puesto que permite resolver problemas de manera lógica y estructurada. El concepto implica desarrollar habilidades como descomponer problemas complejos en fracciones más pequeñas, el reconocimiento de patrones, el diseño de algoritmos, entre otros. Así mismo, el desarrollo de este tipo de pensamiento fomenta la creatividad, el razonamiento y la innovación, además, promueve competencias del siglo XXI como la alfabetización digital, que permite interactuar de forma segura y eficiente con tecnología en diversos ámbitos de la vida y el trabajo.

Para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en esta investigación con estudiantes de grado undécimo, se toma como recurso una estrategia pedagógica en donde permita el desarrollo de un sistema de riego automatizado. El desarrollo del pretexto (riego automatizado), permite abordar habilidades como la descomposición de problemas, el diseño de algoritmos y la automatización, enlazando conceptos teóricos con aplicaciones reales. Los estudiantes tendrán que enfrentarse a resolver problemas relacionados con la eficiencia hídrica y sostenibilidad. Así, el riego automatizado se convierte en el medio para promover tanto habilidades como competencias del siglo XXI. Este estudio se trabajó en la línea de investigación de pensamiento STEM.

Justificación

En la actualidad, el desarrollo de habilidades computacionales es esencial para la formación integral y académica de los estudiantes y su preparación frente a los retos del siglo XXI. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019), dice que



no es suficiente el solo usar la tecnología, sino estar en la capacidad de entenderla, manejarla y crearla. Además de esto, indica que las competencias sólidas permiten el progreso de las personas en una sociedad cada vez más compleja, interconectada y cambiante, facilitando la apropiación de nuevas tecnologías para el mejoramiento, la productividad y la innovación de los países. Asimismo, la OCDE destaca que el aprendizaje de estas competencias debe ser continuo, iniciando desde la infancia hasta la adultez, y debe integrarse en la educación formal como en contextos informales para garantizar el bienestar y el crecimiento sostenible de la sociedad.

En el Informe Nacional de Resultados para Colombia-PISA (ICFES, 2022), para el área de ciencias, Latinoamérica y Colombia, están por debajo del nivel medio de la OCDE en ciencias, lo que demuestra que Colombia tiene falencias en esta área, lo que requiere el refuerzo en torno al área. También, si se observa a nivel nacional, mediante los resultados de las pruebas Saber 11° (Examen de Estado para Educación Media), en el área de Ciencias Naturales, dentro del componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), donde se encuentra el pensamiento Computacional, los resultados indican el promedio de la Institución Educativa Suazapawa, donde en su mayor parte de los resultados son favorables, en este componente (físico y tecnológico), se muestra un mayor promedio de respuestas incorrectas, demostrando dificultad en el uso de recursos tecnológicos con sus implicaciones ambientales y el no reconocimiento de patrones en datos presentados, dejando ver dificultades para aplicar la tecnología de una manera efectiva y creativa. Los detalles se presentan en el apartado de descripción.

En este contexto, la presente investigación propone orientar el fortalecer el pensamiento computacional de los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa del municipio de Nobsa, Boyacá, por medio del diseño de una estrategia pedagógica basada en un



sistema de riego automatizado en la huerta escolar con enfoque STEM. Este sistema de riego, será el que impulsa el desarrollo del pensamiento computacional, donde los estudiantes, a partir de un problema mayor, lo descomponen partes más pequeñas, diseñan el algoritmo para operar el sistema y reconocen patrones de los datos recolectados por los sensores de uso agrícola, por lo tanto, su pensamiento será estructurado y aplicable a más proyectos.

Esta propuesta está enmarcada dentro del enfoque pedagógico del aprendizaje basado en proyectos (ABP), el cual promueve la resolución de problemas reales mediante el diseño, construcción y evaluación de soluciones a partir de la tecnología, promoviendo un aprendizaje autónomo, descubriendo preferencias y estrategias durante el proceso. (García & Basilotta, 2017).

Diagnóstico de la realidad

En esta sección, se realiza una aproximación integral sobre la realidad abordada en la presente investigación, por lo tanto, se conforma por tres elementos clave: la identificación, la descripción y la formulación del problema de estudio.

Identificación

En el contexto educativo actual, caracterizado por la necesidad de integrar competencias del siglo XXI, se identifica la limitada aplicación del pensamiento computacional en la resolución de problemas reales en la educación colombiana (MinTIC, 2024). A pesar de los esfuerzos institucionales por promover enfoques pedagógicos innovadores, como el enfoque STEM, persisten desafíos en la implementación efectiva de estrategias que desarrollen estas habilidades en los estudiantes.



Esta investigación se delimita a la Institución Educativa Suasapawa, ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá, observándose que los estudiantes de grado undécimo enfrentan dificultades para aplicar conocimientos de ciencias naturales, matemáticas, tecnología e informática en situaciones prácticas que requieran pensamiento computacional (ICFES, 2024). Por lo tanto, se propone fortalecer el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de educación media, mediante la implementación de un sistema de riego automatizado como estrategia pedagógica dentro del enfoque STEM. La intención es promover procesos de diseño, programación y solución de problemas reales que integren conocimientos de ciencias naturales, matemáticas y tecnología e informática, fomentando la conciencia ambiental. Se busca que los estudiantes comprendan cómo la tecnología puede ser aplicada para resolver necesidades de su entorno, desarrollando competencias clave para el siglo XXI como la resolución de problemas y la alfabetización digital (UNESCO, 2017).

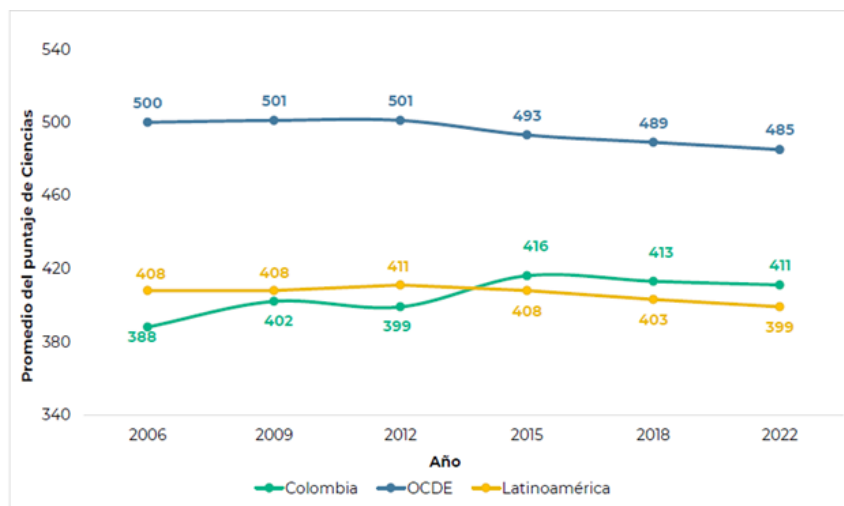
Descripción

Si se hace un barrido frente a resultados de pruebas estandarizadas (PISA e ICFES) en áreas que involucran las habilidades del siglo XXI (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). A nivel mundial, las pruebas estandarizadas PISA tienen el propósito de evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes en tres áreas fundamentales: lectura, matemática y ciencia. En Colombia, estas pruebas fueron aplicadas por última vez en el año 2022 a estudiantes con edades que oscilan entre 15 años a 16 años. Según el Informe Nacional de Resultados para Colombia-PISA (ICFES, 2022), el área de Ciencias está orientada bajo tres competencias: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigación científica, e

interpretar datos científicamente. Si analizamos la siguiente gráfica, se puede evidenciar que tanto Latinoamérica (399 puntos) como Colombia (411) están por debajo del promedio OCDE (489 puntos) en Ciencias. Esto demuestra que Colombia presenta falencias y además surge reforzar en temas relacionados con la ciencia.

Figura 1

Promedio del puntaje en Ciencias en PISA (2006-2022)



Nota: Informe nacional de resultados para Colombia 2022.

Por otro lado, a nivel nacional se puede hacer un diagnóstico mediante los resultados de las pruebas Saber 11° (Examen de Estado para Educación Media) respecto al área de Ciencias Naturales. Esta prueba evalúa si el estudiante comprende y evalúa conceptos, nociones y teorías de las ciencias naturales para la resolución de problemas. Además, dicha prueba evalúa tres competencias (Indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del método científico) mediante cuatro componentes (químico, biológico, físico y ciencia tecnología y sociedad-

CTS). Dentro del componente CTS se encuentra el desarrollo del pensamiento computacional, elemento relevante para esta investigación. A continuación, se muestra una tabla de los resultados de la prueba Saber 11° del año 2024-3 de la Institución Educativa Suazapawa.

Tabla 1

Promedio en Ciencias Naturales de la Institución Educativa Suazapawa frente al promedio de Colombia y la Entidad Territorial Certificada (ETC)

Nivel de Agregación	Promedio
Establecimiento Educativo EE	69
Colombia	51
ETC	52

Nota: Tomado de Reporte de Resultados del Examen Saber 11° (ICFES, 2024).

Los resultados muestran que el promedio de la Institución Educativa Suazapawa (69) supera tanto el promedio Nacional (51) como el promedio de la ETC (52). Si bien es cierto los resultados son favorables, si se revisan los aprendizajes evaluados en las pruebas Saber 11°, se denota que el porcentaje de promedio de respuestas incorrectas más altos se encuentra en el componente físico y tecnológico. La siguiente tabla presenta algunos de los aprendizajes con el respectivo porcentaje.

Tabla 2



Porcentaje de promedio de respuestas incorrectas de algunos aprendizaje evaluado en Ciencias Naturales

Aprendizaje	EE
Analizar el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo para las comunidades. -CTS	28%
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basados en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico.	36%
Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones.	50%

Nota: Tomado de Reporte de Resultados del Examen Saber 11° por Aplicación 2024-3 (2024)

En la Institución Educativa Suazapawa se evidencian las siguientes situaciones problema:

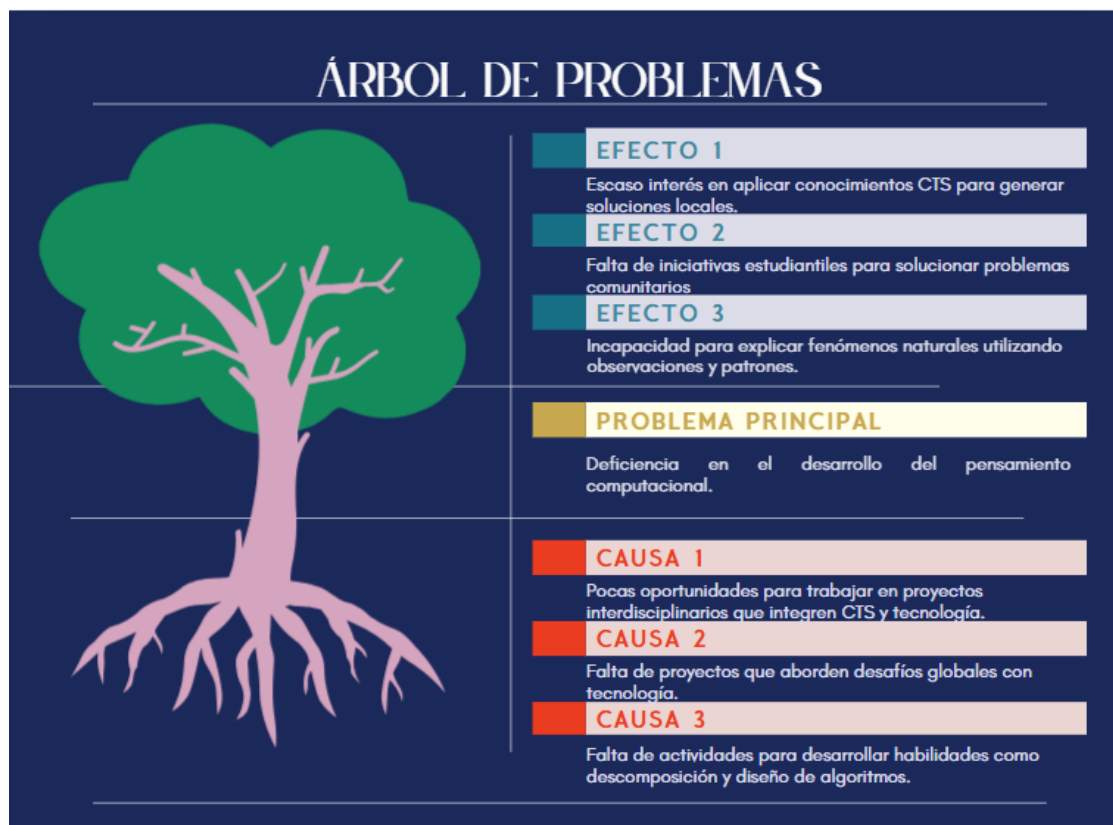
Los estudiantes tienen dificultades para conectar el uso de la tecnología con implicaciones ambientales y sociales. Tienden a centrarse en un solo aspecto (como el impacto ambiental), dejando de lado otros. Como segunda situación problema está, no lograr relacionar observaciones con patrones consistentes ni aplicar conceptos científicos de manera efectiva para explicar fenómenos. Como tercera situación problema, está relacionado a la dificultad para identificar patrones en datos presentados. Esto deja ver dificultades para comprender, aplicar o utilizar la tecnología de manera efectiva y creativa, en otras palabras, falencias en el pensamiento computacional. indica que se debe reforzar el pensamiento computacional en competencias del siglo XXI como la resolución de problemas y alfabetización digital. Razón por la cual se desea fortalecer en habilidades como la automatización, la descomposición de problemas y diseño de



algoritmos. En el siguiente diagrama se muestra el árbol de problemas para tener una visión más clara frente a la problemática expuesta.

Figura 2

Árbol de problemas



Nota: Elaboración propia 2025.

Formulación

Con respecto al análisis de anterior contexto descrito, se formuló la siguiente pregunta de investigación:



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

¿Cómo diseñar una propuesta pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con enfoque STEM orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa?

Objetivos

Los objetivos de la presente investigación son la base para dar inicio a la solución de la pregunta de investigación planteada, por lo tanto, los objetivos planteados son los siguientes.

Objetivo General

Diseñar una propuesta pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con enfoque STEM orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa.

Objetivos Específicos

Comprender las habilidades y dificultades relacionadas con el pensamiento computacional en una muestra de estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa.

Diseñar una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) basada en Proyectos (ABP) con enfoque STEM, orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de la Institución Educativa Suazapawa.

Valorar el diseño de la propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM mediante juicio de expertos.

Tabla 3



Matriz de medición de impacto

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Comprender las habilidades y dificultades relacionadas con el pensamiento computacional en una muestra de estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa.	La prueba diagnóstica aplicada a los siete estudiantes de grado undécimo, se aplicó en la sala de informática durante la escuela de robótica.	Identificación de habilidades y dificultades asociadas al reconocimiento de patrones, algoritmos, resolución de problemas y abstracción.	Cuestionario diagnóstico, análisis descriptivo de resultados y caracterización del contexto educativo.
Diseñar una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) basada en Proyectos (ABP) con enfoque STEM, orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de la Institución Educativa Suazapawa.	El espacio pensado para el diseño de la propuesta pedagógica contextualizada desde el ABP y el enfoque STEM, fue la huerta escolar.	Construcción de una SEA estructurada con actividades contextualizadas, principios STEM y estrategias pedagógicas orientadas al pensamiento computacional.	Documento de la SEA, prototipo pedagógico y recursos diseñados en Genially.
Valorar el diseño de la propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM mediante juicio de expertos.	Validación pedagógica de la propuesta diseñada.	Valoración de la pertinencia, organización y coherencia pedagógica de la propuesta por parte de expertos.	- Rúbrica o instrumento de juicio de expertos y registros de valoración.

Nota: Elaboración propia (2025).



Marco de referencia

Marco contextual

El proyecto se llevará a cabo en la Institución Educativa Suazapawa, ubicada en el municipio de Nobsa, en el departamento de Boyacá y el contexto temporal se establece para el año 2026. La institución recibe a una población estudiantil de distintos estratos socioeconómicos, siendo predominante familias de ingresos medios y altos, que como oficios laborales se encuentran desde actividades agrícolas y litigantes.

La investigación tiene como grupo objetivo a estudiantes de grado undécimo. Estos estudiantes se encuentran en una etapa crucial de su desarrollo académico y personal puesto que están preparándose para la educación superior y su vida laboral, por lo tanto, la comunidad educativa desde docentes, directivos y padres de familia se encuentran comprometidos con el desarrollo integral de los estudiantes y fortalecer sus competencias. Desde esta perspectiva, la Institución Educativa Suazapawa, con su trayectoria y ubicación, ofrece un entorno propicio para la implementación del proyecto, al tiempo que enfrenta los desafíos inherentes a la integración de nuevas metodologías en un contexto rural-urbano en crecimiento.

Revisión de estado del arte

Dentro del panorama actual de la educación, se está priorizando el desarrollo de competencias del S. XXI, donde se preparan los estudiantes para los desafíos de esta era. A partir de esta situación, la educación, tiene como reto fomentar el pensamiento que desarrolle habilidades y competencias para los estudiantes, puesto que, en pruebas estandarizadas, se presenta bajo rendimiento en situaciones de la comprensión de la tecnología, por lo que se



pretende fortalecer el pensamiento computacional a partir de un enfoque de educación STEM por medio de proyectos como el riego automatizado de una huerta escolar.

Desde esta perspectiva, se han desarrollado diferentes estudios que abordan el fortalecimiento de estas habilidades y competencias, necesarias para el desarrollo de personas de la era digital. Desde la tradición investigativa, se han analizado estudios que han investigado el fortalecimiento del pensamiento tecnológico y computacional, la educación STEM, y el desarrollo de habilidades para el siglo XXI.

Para la revisión de literatura, se ha realizado la búsqueda y recopilación de la información por medio del uso de bases de datos como Web Of Science, Scielo, Google Scholar, entre otras plataformas académicas. Se han consultado fuentes de información como artículos de investigación, tesis e investigaciones, así mismo, las palabras claves usadas en la búsqueda de información fueron: Pensamiento Computacional (PC), Enfoque STEM, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

En lo que se ha observado con la búsqueda, entre los diferentes tipos de referencias que existen, el tipo de fuente de información más significativo o que contribuye a esta investigación, es el artículo de investigación, es decir, es el tipo de fuente con mayor número de documentos, seguido de los trabajos de grados. También en la revisión que se hace de los últimos 5 años, el 2023 muestra gran producción en investigaciones sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos y Pensamiento Computacional, le siguen los años 2024 y 2025.

Revisando la literatura, se encontró que existe una concordancia en la definición del Pensamiento Computacional como actividad cognitiva que permite fomentar y fortalecer habilidades como resolución de problemas, creatividad, alfabetización digital, entre otras



habilidades propias para el siglo XXI. Además, la incorporación en el contexto educativo va relacionado con enfoques que apoyen la interdisciplinaridad, así como también, hacer uso de metodologías activas como el ABP en proyectos bajo enfoque STEM.

En los estudios titulados “Experiencias de Ingeniería Ricas en Tecnología en Escuelas Indígenas y Rurales.” de los autores Boz et al., (2024) y “Actividad Tecnológica Escolar ATE para el Desarrollo del Pensamiento Computacional en un Contexto de Huerta Escolar Automatizada” del autor Garzón, (2023), coinciden en que la implementación del PC en entornos escolares bajo el enfoque STEM debe darse mediante metodologías activas o enfoques activos como el Aprendizaje Basado en Proyecto, de esta forma se adentran en la resolución de problemas reales y contextuales. Sin embargo, existen diferencias en cuanto a las estrategias de implementación del PC con el estudio nombrado “Integración del Pensamiento Computacional y Fortalecimiento de la Conciencia Metacognitiva en la Educación STEM” de los autores Markandan et al., (2022), puesto que estos priorizan el uso de la programación como camino principal, frente a la de Garzón, (2023) que promueve la experimentación contextual con su huerta escolar automatizada con estudiantes de grado noveno.

Por otro lado, las investigaciones “Pensamiento Computacional y Robótica Educativa Integrados en el Aprendizaje Basado en Proyectos” de los autores Pou et al., (2022) y “Uso de Recursos Tecnológicos para el Desarrollo del Pensamiento Computacional Siguiendo los Pasos de la Solución de Problemas en Estudiantes de Ingeniería de Recién Ingreso a la Universidad” de Paucar et al., (2023), aportan a esta investigación en lo que tiene que ver con la efectividad del desarrollo del PC a través del ABP, para estos autores emplear recursos tecnológicos como



Scratch o Arduino mejora notablemente las habilidades del PC en los estudiantes, particularmente la que tiene que ver con resolver problemas. Pero el estudio de González et al., (2025) indica que no necesariamente se requiere de un recurso tecnológico para tener éxito al desarrollar el PC, incluso releva la combinación de actividades conectadas y desconectadas, siendo estas últimas más pertinentes en lugar con limitaciones de recursos, puesto que combina materiales reciclados con tecnología. Esto permite resaltar la importancia de adecuar las metodologías según el lugar, población y contexto.

Ahora bien, según la indagación de las diferentes fuentes, el desarrollo del PC ha venido trabajando de la mano con el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), metodología activa que entre otras cosas permite al estudiante abordar la resolución de un problema auténtico y relevante por medio de un proyecto. El estudio que lleva por nombre “Pensamiento Computacional en la Educación STEM: Estado Actual y Futuras Líneas de Investigación”, realizado por Tariq et al., (2024), resalta que esta metodología impulsa con fuerza habilidades como la abstracción y el razonamiento algorítmico juntamente basándose en proyectos. Siguiendo ese planteamiento, se encuentra que en el estudio “Incorporación del enfoque STEM con TICTAC en la Construcción de un Robot Sembrador con Arduino” de Camargo y Grosso, (2023) aportan a esta investigación con la metodología más acorde para integrar el PC bajo enfoque STEM, pues según los autores, el ABP al plantearse por fases de diseño, implementación y socialización, no solo motiva al estudiante sino que permite integrar las demás disciplinas para actuar en aplicaciones reales.

El trabajo de Camargo y Molano, (2023) titulado “Incorporación del enfoque STEM con TICTAC en la Construcción de un Robot Sembrador con Arduino”, contribuyen a este estudio en



la importancia de la función docente para abordar el ABP, ya que, para llevar con éxito este tipo de metodología activa depende en gran medida de la capacidad del profesor primero para integrar las áreas y en segundo lugar para guiar al estudiante a resolver problemas. Así mismo, la investigación nombrada “Diseño e Implementación de una Estrategia STEM para el fortalecimiento de competencias para la solución de problemas en el área de tecnología e informática” de la autora Parrado, (2020) refuerza lo dicho por Camargo y Molano, (2023) al indicar que, la apropiación del ABP requiere de una preparación pedagógica que permita gracias al diseño de prácticas interdisciplinarias unir coherentemente con el enfoque STEM. Lo anterior permite señalar que, la implementación del ABP es practicable; sin embargo, exige un cambio del rol tradicional del docente por uno que guíe, oriente y facilite el desarrollo de los proyectos.

Se debe mencionar que, revisando los estudios de Suarez, (2025) y Allauca, (2023) proporcionan información sobre la efectividad del ABP, coinciden en reconocer al ABP como metodología eficaz para poner en práctica el enfoque STEM y el fortalecimiento del PC; sin embargo, la diferencia de sus resultados entre otros aspectos está en la efectividad del ABP. El estudio “Huerta Solar: propuesta con enfoque STEM” de la autora Suarez, (2025) afianza el ABP como metodología integradora que facilita la construcción del conocimiento por medio de la resolución de problemas, evidenciándose resultados positivos en la curiosidad e interés, además de favorecer en el desarrollo del PC. Aunque, en la investigación titulada “El modelo STEM y el Desarrollo del Pensamiento Computacional en los Estudiantes de Quinto Año de Educación General Básica” de Allauca, (2023) si bien es cierto los resultados son positivos, están sujetos o condicionados al acompañamiento y formación del profesor, a los recursos y la preparación en STEM. De lo anterior se puede decir que, la efectividad del ABP no depende solamente de

aplicar una metodología activa sino de un conjunto de factores que están inmersos en el contexto educativo.

Marco Teórico

El presente capítulo desarrolla el marco teórico que sustenta la investigación titulada *“Fortalecimiento del pensamiento computacional en contexto STEM con riego automatizado”*, cuya finalidad es analizar y aplicar estrategias pedagógicas que promuevan el fortalecimiento del pensamiento computacional mediante proyectos interdisciplinarios basados en el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En coherencia con el enfoque aplicado del estudio, las categorías de análisis que orientan la fundamentación teórica son: Pensamiento Computacional, Enfoque STEM y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Cada categoría constituye un eje conceptual que al articularse, proporciona un marco integral para el desarrollo de competencias para el siglo XXI.

Pensamiento Computacional

Parece ser que el Pensamiento Computacional (PC) va más allá de simplemente tener la capacidad para resolver problemas, es una competencia clave en la formación del ciudadano del mundo actual, al facilitar la comprensión de problemas y la creación de soluciones mediante la lógica de los procesos computacionales. Como pioneros en la conceptualización del Pensamiento Computacional, aparecen dos figuras claves, Seymour Papert, quien sentó las bases en la década de 1980 y Jeannette M. Wing, quien lo popularizó y formalizó más adelante. A pesar de que el primero no usó expresamente la palabra PC tal como lo conocemos hoy en día, su trabajo frente a la importancia de la programación en los niños permitió poner la raíz conceptual del



pensamiento computacional. Su aporte fue clave para establecer que la programación no era solo una habilidad técnica, sino una herramienta poderosa para desarrollar la forma en que los niños piensan y resuelven problemas.

Posteriormente en el siglo XXI, el término de Pensamiento Computacional fue popularizado por Wing (2006), quien define el termino no como una habilidad exclusiva de programadores, sino como un conjunto de capacidades mentales que pueden ser útiles para cualquier persona. Además de esto, incluye una amplia gama de herramientas para la resolución de problemas, diseño y comprensión. Del mismo modo, Wing introdujo el concepto definiéndolo como un proceso mental en donde se plantean problemas y se expresan soluciones utilizando la abstracción y la descomposición al abordar una tarea compleja, de forma que puedan ser ejecutadas. Este enfoque no es exclusivo al simple hecho de programar, sino que como se mencionó anteriormente, involucra el pensamiento crítico, la abstracción, la descomposición y la automatización. En el contexto educativo, desarrollar pensamiento computacional significa aportar al estudiante herramientas intelectuales para analizar, modelar y resolver problemas complejos de manera estructurada, lo cual resulta esencial en proyectos de automatización como el de riego.

Ahora bien, los autores Brennan y Resnick (2012) ampliaron la visión de Wing al proponer un marco estructural compuesto por tres dimensiones interrelacionadas: conceptos computacionales, prácticas computacionales y perspectivas computacionales. Dentro de los conceptos comprenden elementos como secuencias, bucles, eventos, paralelismo, condicionales, operadores y datos; las prácticas incluyen la iteración, depuración, reutilizar y remezclar,



abstracción y modularización; y las perspectivas se refieren al modo en que los estudiantes se conciben a sí mismos como creadores tecnológicos. El modelo propuesto por los autores permitió trasladar el PC de lo teórico a la práctica educativa de manera estructurada, brindando herramientas concretas para observar cómo los estudiantes son partícipes de su aprendizaje.

Por su parte, los autores Shute et al.,(2017) definen el pensamiento computacional “como la base conceptual necesaria para resolver problemas de forma eficaz y eficiente (es decir, algorítmicamente, con o sin la ayuda de ordenadores) con soluciones que se pueden reutilizar en diferentes contextos” (p. 151). Lo anterior permite entender que el PC no está limitado al ámbito de la programación o de la informática, sino que se trata de una manera de pensar de forma lógica y estructurada que puede ser aplicada a cualquier contexto o situación de la vida diaria. Además, los autores mencionan que los componentes más sonados en la literatura son: descomposición, abstracción, algoritmos y depuración.

Habilidades de Pensamiento Computacional

Como se ha dicho, el pensamiento computacional no se limita a las habilidades informáticas, sino que se constituye como un conjunto de habilidades cognitivas esenciales para resolver problemas, comprender sistemas y diseñar soluciones en un mundo cada vez más digitalizado. En coherencia con lo señalado, los autores Csizmadia et al.,(2015) mencionan que “El pensamiento computacional también ofrece un nuevo paradigma para pensar y comprender el mundo de manera más general” (p. 5). Es así como el PC refuerza las habilidades de pensamiento permitiendo ayudar en la comprensión y apoyo al aprendizaje. Para facilitar la enseñanza y comprensión, los autores Csizmadia et al. (2015) en su trabajo Pensamiento



Computacional: Una guía para docentes, desglosan el PC en diferentes componentes o habilidades fundamentales, cada uno de los cuales contribuye a la formación de un pensador crítico, creativo y eficiente en la resolución de problemas. Frente a lo anterior puede decirse que:

El pensamiento computacional es un proceso cognitivo o mental que implica razonamiento lógico mediante el cual se resuelven problemas y se comprenden mejor los artefactos, procedimientos y sistemas. Abarca:

- la capacidad de pensar algorítmicamente;
- la capacidad de pensar en términos de descomposición;
- la capacidad de pensar en generalizaciones, identificando y utilizando patrones;
- la capacidad de pensar en abstracciones, eligiendo representaciones adecuadas;
- la capacidad de pensar en términos de evaluación. (Csizmadia, 2015, p.6)

Pensamiento Algorítmico

Esta habilidad permite resolver problemas o situaciones de manera secuencial, lógica y ordenada mediante el diseño y entendimiento de instrucciones. Incluye la capacidad de crear algoritmos, esto se traduce en formular pasos secuenciales, usar operaciones aritméticas, manipular datos, tomar decisiones, repetir instrucciones y organizar instrucciones (Csizmadia, 2015, p.7).

Descomposición

Es la técnica que permite a la persona tomar un problema complejo y dividirlo en subproblemas. Al aplicar la descomposición, facilita entender, resolver, desarrollar y evaluar cada uno de los subproblemas, haciendo que problemas complejos sean fragmentados en partes



más pequeñas y manejables. Estableciendo una analogía y pensando que un artefacto es un todo, la técnica de descomposición permitiría observar cada una de las piezas que conforman el artefacto, facilitando su observación y análisis. En síntesis, la descomposición es útil para dividir problemas en versiones más simples que puedan resolverse con estrategias o soluciones recursivas (Csizmadia, 2015, p.8).

Reconocimiento de Patrones

En cuanto a esta habilidad, se desarrolla la capacidad de reconocer en un problema o soluciones, similitudes y relaciones. El reconocimiento de patrones se va construyendo gracias a experiencias previas, la adquisición de ese conocimiento previo se adapta y se aplica a nuevas situaciones. (Csizmadia, 2015, p.8).

Abstracción

En este proceso, la persona simplifica un problema omitiendo detalles innecesarios para hacerlo más comprensible y manejable. Consiste en eliminar información que no es relevante al contexto, centrándose en los detalles esenciales. En otras palabras, es la habilidad que establece decidir que información ocultar y como representar un sistema de manera efectiva, manteniendo los detalles importantes (Csizmadia, 2015, p.7).

Evaluación

Finalmente, está el proceso que permite valorar si el problema fue abordado de manera adecuada, es decir, si la solución, sistema o producto cumplió con sus objetivos, requisitos y



criterios establecidos, determinando su idoneidad, funcionalidad y calidad (Csizmadia, 2015, p.7).

Técnicas Asociadas a Pensamiento Computacional

Habiendo conocido las dimensiones clásicas del pensamiento computacional, Csizmadia et al., (2015) exponen en su obra diferentes técnicas asociadas al PC, herramientas que permitan tanto al estudiante como al docente demostrar, aplicar y evaluar el PC, entre ellas se resaltan reflexión, codificación, diseño, análisis y aplicación. En el presente proyecto, estas técnicas pueden guiar el diseño de actividades: los estudiantes podrían diseñar el esquema del sistema, codificar su funcionamiento, analizar datos de sensores, aplicar la solución en el ambiente real y finalmente reflexionar sobre su desempeño y mejoras. Mediante la siguiente tabla se exponen las definiciones de cada término.

Tabla 4

Definiciones técnicas asociadas al Pensamiento Computacional

Técnica	Descripción
Reflexión	Hace referencia al hecho de evaluar de manera honesta el resultado del proceso, identificando errores y dando paso a oportunidades de mejora.
Codificación	Consiste en convertir el diseño en código ejecutable, evaluar y verificando su correcto funcionamiento mediante habilidades como el pensamiento lógico.
Diseño	Diseñar permite planificar la estructura, apariencia y funcionalidad del artefacto mediante representaciones comprensibles (diagramas, pseudocódigo), integrando procesos de descomposición, abstracción y creación algorítmica.



Análisis	Permite integrar las habilidades de descomposición (desintegrar), abstracción (omitir datos irrelevantes), diseño de algoritmos y generación de patrones, promoviendo el pensamiento lógico para su evaluación.
Aplicación	Se centra en reutilizar soluciones existentes, patrones y algoritmos en diferentes contextos, aprovechando similitudes para resolver nuevos problemas, promoviendo la generalización.

Nota: Información basada de los autores Csizmadia et al., (2015).

Pensamiento Computacional para la Ciencias

Gran parte de los autores mencionados coinciden que, en el contexto educativo actual, el PC ha dejado de ser una competencia exclusiva de la informática para convertirse en una habilidad transversal que potencia la comprensión y resolución de problemas en diversos campos del conocimiento. El paso hacia una visión más integradora y holística ha permitido su vinculación con las Ciencias Naturales y experimentales, donde la modelación, el análisis de datos y la simulación se constituyen en herramientas esenciales para la investigación y la enseñanza. Debido a que el proyecto actual toma como medio la automatización del riego en una huerta, surge la necesidad de abordar una perspectiva más específica denominada Pensamiento Computacional en la Ciencia (PC-C), la cual pretende aplicar los principios del PC en la enseñanza de la Ciencia, favoreciendo la formación de estudiantes capaces de explorar fenómenos naturales.

Habría que decir que, el PC-C se concibe como una sección del Pensamiento Computacional aplicada específicamente a las prácticas científicas y a la indagación basada en la evidencia. Partiendo de la definición de Hurt et al., (2023) en donde se expresa que “el



pensamiento computacional son los procesos cognitivos involucrados en la construcción o modificación de un modelo mental de la funcionalidad de una herramienta computacional.”(p.7), el PC al relacionarse con la ciencia, se puede afirmar que el CP-C ocurre cuando se utilizan dichos procesos cognitivos en una actividad científica. Los autores presentan tres procesos cognitivos (uso reflexivo, diseño y evaluación de una herramienta computacional), casos hipotéticos que el estudiante puede presentar al momento de realizar una actividad científica. Los autores Hurt et al.,(2023) definen los procesos cognitivos de la siguiente manera:

- *Uso reflexivo de una herramienta computacional* : construcción o modificación de un modelo mental de la funcionalidad de esa herramienta computacional a través de la interacción con esa herramienta.
- *Diseño de una herramienta computacional* : construcción o modificación de un modelo mental de la funcionalidad de una herramienta computacional imaginada.
- *Evaluación de una herramienta computacional* : construcción o modificación de un modelo mental de las posibilidades y limitaciones de la funcionalidad de esa herramienta computacional (p.7).

En su estudio, Hurt et al. (2023) proponen a través de una tabla formada por cuatro filas y tres columnas, un marco conceptual que integra las dimensiones del pensamiento científico y los procesos cognitivos ya mencionados. Dentro de las categorías de la actividad científica se puede encontrar: la recopilación de datos, el procesamiento de datos, modelado y resolución de problemas, mientras que por el PC se encuentra: uso reflexivo, diseño y evaluación de herramientas computacionales. Dicha estructura permite visualizar cómo las habilidades computacionales se alinean con los procesos científicos, fomentando un aprendizaje



interdisciplinario. Hurt et al. (2023) sostienen que esta articulación contribuye a que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda del método científico, la estructura se puede visualizar de mejor forma en la siguiente tabla.

Tabla 5

Adaptación del marco PC-C al contexto de un sistema de riego automatizado

Pensamiento computacional para las ciencias		Procesos Cognitivos		
		Uso Reflexivo	Diseño	Evaluación
Actividad científica	Recopilación de Datos	Comprender cómo los sensores miden las variables del suelo y ambiente.	Configurar los sistemas programables (Arduino) para recolectar la información.	Verificar la precisión de los datos obtenidos.
	Procesamiento de Datos	Analizar cómo las herramientas digitales organizan la información.	Diseñar un programa que permita interpretar la lectura de los sensores.	Revisar el resultado del procesamiento de las lecturas.
	Modelado	Entender los modelos que permiten representar el sistema de riego.	Elaborar simulaciones o representaciones digitales (maqueta).	Contrastar los resultados simulados con los datos reales.
	Resolución de Problemas	Usar los datos obtenidos para tomar decisiones	Diseñar programas que permitan	Evaluar la eficacia del sistema en su



		sobre el riego automatizado	optimizar el uso del agua.	desempeño real.
--	--	-----------------------------	----------------------------	-----------------

Nota: Basado en el Marco de Pensamiento Computacional para la Ciencia (Hurt et al., 2023).

La adaptación del marco CP-C se presenta bajo el contexto de un sistema de riego automatizado que permite realizar prácticas científicas que emerge dentro de una experiencia con enfoque STEM.

Enfoque STEM

El término STEM fue introducido por la National Science Foundation (USA, 1998), donde sus siglas en inglés se refieren a *science* (ciencia), *technology* (tecnología), *engineering* (ingeniería) y *mathematics* (matemáticas). La finalidad es “fomentar el interés por las disciplinas STEM y capacitar a la ciudadanía” para que comprenda los avances y aportes sociales de estas áreas y así lograr una alfabetización STEM entre la población, donde sus metodologías de aprendizaje son principalmente el Aprendizaje basado en proyectos y el Aprendizaje basado en Problemas (Perales y Aguilera, 2020).

El enfoque STEM es un método de enseñanza que integra disciplinas como Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas para desarrollar en los estudiantes habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad para resolver problemas. Herrera et. Al. (2024), indica que esta metodología une estas disciplinas de forma interdisciplinaria, enfocándose en el uso efectivo de metodologías activas (como el Aprendizaje Basado en Proyectos), donde los estudiantes aprenden haciendo. Para promover este enfoque desde el aula,



no solo se requiere de una buena planificación, se necesitan recursos y docentes formados que estén preparados para guiar este enfoque. Los proyectos planteados en este enfoque, deben ser planteados a problemas reales, y así los estudiantes aprenden a manejar desafíos complejos y buscar soluciones innovadoras para promover su creatividad para diseñar, construir y experimentar con sus propias ideas.

Componentes del enfoque STEM

Ciencia

Como conjunto de conocimientos, la ciencia responde al estudio de fenómenos tanto sociales como naturales, lo que implica que mediante la observación, la experimentación y la formulación de hipótesis den explicación a los acontecimientos del mundo actual. Ahora bien, se busca que la ciencia bajo enfoque STEM se aprenda en un contexto relevante gracias a situaciones auténticas, de esta forma transmitir el conocimiento científico para una comprensión genuina Kelley y Knowles (2016). Para los autores, un enfoque basado en la investigación científica crea en el estudiante actitudes propias de científicos reales como pensar, actuar, formular hipótesis, hacer preguntas, entre otras prácticas científicas, el propósito es fomentar que los estudiantes sean los conductores de su aprendizaje, en donde ellos hacen su propia construcción de preguntas con contenido científico.

Tecnología

El concepto de tecnología es bastante amplio como para dar una sola definición; sin embargo, se puede afirmar que la tecnología tiene el propósito de satisfacer necesidades y pretender solucionar los problemas que aquejan a la sociedad en aspectos sociales, industriales,



ambientales, culturales y desde luego educativos. Desde el punto de vista educativo, la Asociación Internacional de Educación Tecnológica (ITEA) en su escrito Estándares para la Alfabetización Tecnológica (STL) comparte contenido necesario para transformar a los estudiantes en ciudadanos con alfabetización tecnológica. Los autores Kelley y Knowles (2016), afirman que los STL identifican estándares en donde su contenido dan la oportunidad en los estudiantes de pensar de manera crítica sobre la tecnología, viéndola más allá de un simple objeto, al identificar este hecho, están preparando a los estudiantes en alfabetizados tecnológicamente.

Ingeniería

La ingeniería proporciona un enfoque integrador donde se potencia el aprendizaje activo y situado en el que los estudiantes aprenden haciendo y aplican conocimientos científicos y matemáticos promoviéndose el pensamiento crítico, la creatividad y la toma de decisiones en contextos o en situaciones reales. Por lo que la ingeniería no solo se entiende como la construcción y creación de artefactos, sino como un proceso cognitivo en que los estudiantes formulan problemas, investigan y evalúan las soluciones. (Kelley & Knowles, 2016).

Asimismo, Purzer et. Al. (2015), citado por Kelley & Knowles (2016) indican que, la ingeniería ofrece un contexto en el estudiante pone a prueba sus saberes a problemas prácticos, fortaleciendo su comprensión científica y aumentando su interés por ella. De esta forma, la relación entre el razonamiento científico y el diseño, permiten a los estudiantes experimentar, formular hipótesis, analizar y construir prototipos. De este modo, se promueve la comprensión en



la relación entre ciencia, tecnología y matemáticas, consolidando la ingeniería como medio para aprender, innovar y conectar el conocimiento con la realidad.

Matemáticas

El componente de las matemáticas juega un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo el enfoque STEM, puesto que proporciona herramientas lógicas, analíticas y de modelado para resolver problemas. Según el análisis hecho por Kelley y Knowles (2016), los estudiantes se sienten mejor motivados y dan mejores resultados de desempeño cuando los maestros toman un enfoque de educación STEM, esto permite inferir que cuando los estudiantes toman prácticas STEM para la enseñanza de conceptos matemáticos, los estudiantes demuestran mayor disposición y curiosidad para completar alguna actividad matemática. El reto es hacer que el aprendizaje sea significativo para los estudiantes conectando los contenidos académicos con situaciones de la vida real, un ejemplo claro es el presente proyecto, en donde integra múltiples asignaturas con la conexión del mundo real

Integración Disciplinar STEM

Ante la necesidad de maximizar las bondades del enfoque STEM, Sanders (2009) propone que el verdadero potencial está en la integración disciplinar, es decir, en la articulación entre las áreas ya mencionada con el fin de abordar problemas complejos del mundo real. Si se hecha un vistazo a la educación tradicional, se evidencia que el conocimiento está fragmentado en asignaturas aisladas, mientras que, el enfoque STEM busca conectar los saberes en torno a situaciones. Por esta razón, Sanders (2009) en su obra *STEM, STEM Education, STEMmania*, enfatiza en un enfoque integrador en donde se deba complementar con cambios en la



infraestructura y en las metodologías pedagógicas. A partir de allí, la propuesta permite inferir que haya un cambio que involucre a la comunidad estudiantil en la implementación de enfoques transdisciplinarios. Así mismo, incluir metodologías activas que tengan coherencia con el enfoque STEM como el aprendizaje Basado en Proyectos.

Ahora bien, el mayor desafío que enfrentan los docentes al desarrollar prácticas educativas STEM transdisciplinarias es pasar de la enseñanza centrada en asignaturas a prácticas transdisciplinarias, puesto que uno de los principales obstáculos para implementar la educación STEM transdisciplinaria es que muchos docentes han sido formados en un modelo tradicional y disciplinario. Según Morrison et al. (2021), la formación docente se ha basado en metodologías específicas para cada asignatura. Los docentes tienen dificultades para asumir el rol de facilitadores en entornos de aprendizaje basados en proyectos, ya que carecen de experiencias previas en este tipo de enseñanza. En muchos casos, los programas de formación docente no incluyen metodologías integradas, complicando la transición hacia un modelo transdisciplinario en el aula. Además, los principios del aprendizaje basado en problemas destacan que el aprendizaje por áreas, impide la integración de competencias esenciales para la resolución de problemas complejos (Smith, K. et al., 2022). Por otra parte, la educación basada en la investigación indica que la transformación pedagógica hacia un modelo transdisciplinario es crucial para responder a las demandas de un mundo en constante cambio (Huet, 2018).

Sin embargo, el enfoque basado en asignaturas permite a los docentes profundizar en cada área, garantizando un rigor académico. De este modo, la educación transdisciplinaria podría desfavorecer los contenidos específicos disciplinares, lo que afectaría la comprensión detallada



de cada materia (Morrison et al., 2021). También indica que la formación disciplinar garantiza una base sólida y rigurosa en cada campo, lo cual es indispensable para el aprendizaje profundo, lo que es indispensable para ofrecer una enseñanza precisa y detallada. A partir de este punto se resalta que, sin un conocimiento exhaustivo de cada asignatura, la integración transdisciplinaria podría resultar superficial y comprometer la calidad académica.

A pesar de que el conocimiento disciplinario es esencial, diversas investigaciones han evidenciado que las metodologías transdisciplinarias no solo mantienen la profundidad de los contenidos, sino que también mejoran su aplicabilidad en contextos reales. Además, el estudio realizado por Smith, K. et al., (2022), señalan que un enfoque que combina múltiples disciplinas potencia la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de los docentes para establecer conexiones significativas entre saberes, favoreciendo el aprendizaje contextualizado, permitiendo a los educadores abordar problemas reales de forma innovadora, impulsando el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI. Inclusive, Huet, (2018), respalda que la transdisciplinariedad en la formación docente fortalece la adaptabilidad y la efectividad pedagógica en contextos dinámicos.

Competencias Centrales del Enfoque STEM

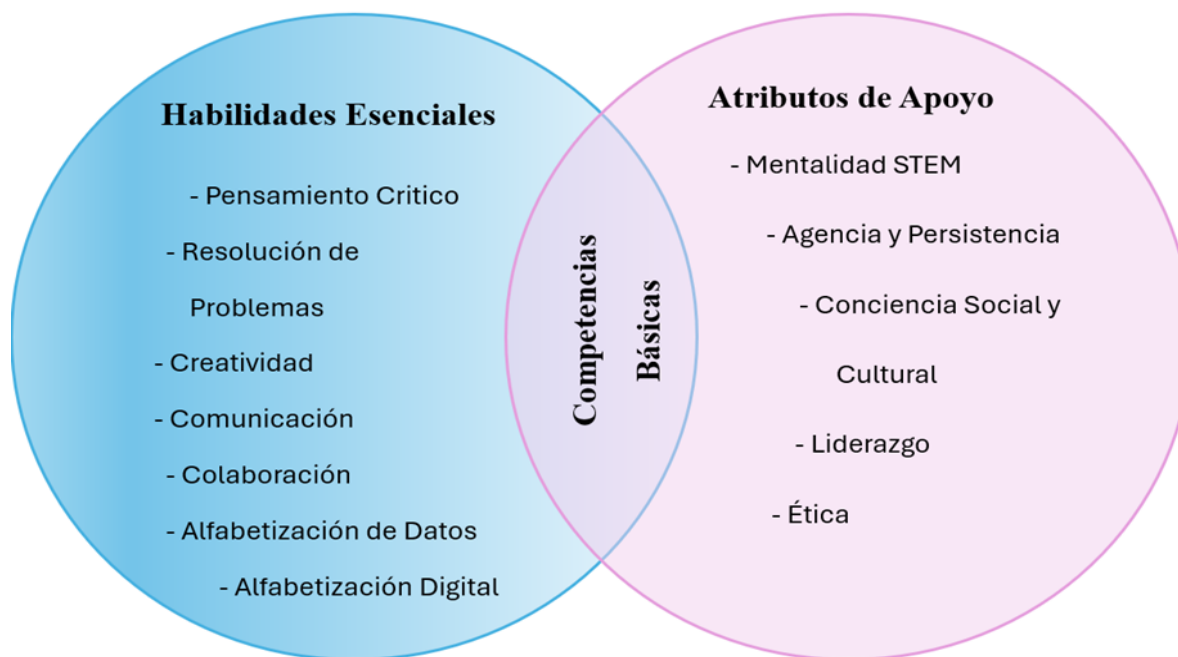
El informe titulado *STEM Education Framework* desarrollado por la New York Academy of Sciences (2016) en apoyo con SRI International y expertos en Educación STEM, presentan veintiséis elementos que configuran una educación STEM de calidad, cada uno clasificado en tres ejes nombrados así: competencias centrales, diseño instruccional e implementación. Para el presente proyecto, adquiere mayor relevancia el eje temático que se titula competencias centrales



(*Core Competencies*), allí se describen actitudes y habilidades que el estudiante desarrolla y fortalece al momento de participar en prácticas STEM. En ese orden de ideas, el presente proyecto aparte de fortalecer el pensamiento computacional también fomenta habilidades esenciales como el pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, comunicación, colaboración, alfabetización de datos y digital. Para entender mejor la clasificación, se presenta el siguiente esquema.

Figura 3

Competencias básicas (Habilidades Esenciales y Atributos de Apoyo)



Nota: Elaboración propia basado en el STEM Education Framework New York Academy of Sciences (2016)



La ilustración muestra las dos secciones (habilidades esenciales y atributos de apoyo) que conforman las competencias básicas. A continuación, se comparte una tabla con los términos definidos, así como también, la aplicación en el proyecto.

Tabla 6

Competencias básicas (habilidades esenciales y atributos de apoyo) bajo enfoque STEM

Componente	Termino	Definición según NYAS (2016)	Aplicación al proyecto
Habilidades esenciales	Pensamiento Crítico	Capacidad del estudiante para analizar la información, cuestionar supuestos e inferir a partir de las evidencias.	Evaluar datos de sensores para tomar decisiones precisas sobre el momento de activar el riego.
	Resolución de Problemas	Habilidad para generar y diseñar soluciones mediante algún método (científico o ingenieril).	Detectar fallas en alguno de los sistemas que hacen parte del riego (electrónica, programación, sistema hidráulico)
	Creatividad	Habilidad del estudiante para generar ideas, proponer soluciones innovadoras frente a situaciones complejas.	Generar ideas frente a diseños sostenibles para mejorar el rendimiento del sistema.
	Comunicación	Capacidad que permite al estudiante expresar ideas,	Explicar de manera clara el funcionamiento del



		procesos y resultados de manera clara.	sistema y presentar informes de resultados.
	Colaboración	Trabajo en equipo basado en la distribución de roles, la toma conjunta de decisiones y la valoración de las ideas del grupo.	Organizar equipos de trabajo donde cada integrante cumpla una función establecida (programador, ensamblador, analista).
	Alfabetización en Datos	Capacidad del estudiante para la recopilación, organización, interpretación y comunicar información de los datos.	Registrar los niveles de humedad, procesamiento de datos y mediante la elaboración de gráficas mostrar tendencias como por ej. El consumo de agua.
	Alfabetización Digital	Comprensión y aplicación de principios de programación, electrónica y uso responsable de tecnologías digitales.	Capacidad para programar el microcontrolador (Arduino), uso de sensores y controlar actuadores.
Atributos de Apoyo	Mentalidad STEM	Actitud abierta, curiosa y flexible para enfrentar los problemas, se busca la innovación y expresar sus ideas de diversas maneras.	Mantener una actitud positiva durante el proceso de prueba y mejora del sistema de riego.
	Agencia y Persistencia	Disposición para autorregular el	Mantener una actitud perseverante frente a



	aprendizaje, mantener la motivación ante la dificultad, el fracaso se considera una oportunidad para aprender y resolver problemas.	problemas que se representen en el funcionamiento.
Conciencia Social y Cultural	Capacidad de reflexionar o reconocer el impacto social, se aborda el valor de la conciencia ambiental y ético, mediante la empatía.	Promover el uso racional del agua y la sostenibilidad ambiental.
Liderazgo	El estudiante tiene la capacidad para guiar, motivar y coordinar a un grupo, asumir el rol de líder para cumplir objetivos comunes con responsabilidad y empatía.	Liderar y coordinar las fases del proyecto dirigiendo la presentación final ante el grupo.
Ética	Considerar el principio ético en el enfoque laboral, mostrando respeto por las normas y puntos de vista.	Respetar la integridad del entorno social y natural.

Nota: Elaboración propia basada en la información del STEM Education Framework New York Academy of Sciences (2016)

Aprendizaje Basado en Proyectos



El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), surge como un método de aprendizaje activo gracias a los aportes de John Dewey al promover el aprendizaje activo y experiencial, según Dewey, el aprendizaje es más efectivo cuando el estudiante se involucra haciendo e interactuando con su entorno, en otras palabras, el aprendizaje se da de mejor manera fuera del aula tratando temas reales. Para llevar a cabo esta estrategia debe haber un compromiso enorme de las partes educativas (docente- estudiante), una de las características importantes es el trabajo en grupo, para ello es necesario que ellos seleccionen temas adecuados y de interés para mantener la constancia durante el proyecto.

Desde la perspectiva de Dewey (1938), el conocimiento se adquiere cuando el estudiante participa activamente en situaciones reales que le resultan relevantes transformando la experiencia en entendimiento. Ahora bien, esta idea está encaminada con la idea del ABP, en donde el propósito es que el estudiante aprenda haciendo. Además, el autor expresa que al promover el aprendizaje experiencial, la escuela debe convertirse en un laboratorio o centro de pruebas que permita al estudiante afrontar los problemas auténticos mediante soluciones colaborativas y trabajo en grupo. De esta forma, se pretende que el aprendizaje no este centralizado en un aula (tradicional) sino que se explore fuera de ella. El planteamiento del ABP va más allá de centrarse en saberes lineales o fragmentados, es promover el conocimiento a través de proyectos que permitan la conexión entre otras disciplinas.

De esta manera, se puede decir que el ABP es un enfoque que se centra en la construcción del aprendizaje mediante el desarrollo de proyectos que impacten y tengan relevancia para el estudiante, de esta forma, se promueven prácticas como el interés y la



curiosidad en situaciones reales que permitan el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración e investigación, entre otras Bell, (2010). Así, los proyectos se convierten en ese camino guía que conduce al estudiante a diseñar, planear, indagar, presentar resultados, fomentando un aprendizaje más duradero. Como se ha dicho, el ABP se basa en el aprendizaje constructivista y experiencial propuesto por Dewey. Además, el autor Bell (2010) cree que el rol del docente es importantísimo para guiar y facilitar el proceso, de tal forma que es el encargado de fomentar la colaboración entre estudiantes promoviendo temas de interés actual que permitan un interés natural por aprender. Asimismo, el docente permite a través de la reflexión (autoevaluación), reconocer fortalezas y mejorar debilidades.

Aprendizaje Basado en Proyectos en Contexto STEM

Hasta este punto se ha venido diciendo que el ABP es una estrategia pedagógica; sin embargo, aparece un término nuevo que es Aprendizaje Basado en Proyectos en el contexto STEM. Esto implica que ahora la estrategia está inmersa bajo el enfoque STEM, queriendo decir que la realización y ejecución de los proyectos deben ser interdisciplinarios, en donde los estudiantes indagan, diseñan y crean soluciones a problemas del mundo real. La diferencia frente al concepto tradicional se enmarca en que, bajo el contexto STEM, el ABP necesariamente debe integrar las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, sin perder el propósito de preparar a los estudiantes de habilidades como la creatividad, colaboración y pensamiento crítico para los desafíos de este siglo XXI (Capraro et al., 2013). En ese sentido, se puede decir que no solo es otra estrategia más que busca mejorar el aprendizaje, sino que es una necesidad en la práctica. Según los autores Capraro et al., (2013), los desafíos del mundo actual requieren de

estudiantes con habilidades del siglo XXI, es decir que, esta estrategia no solo está facilitando la comprensión del conocimiento, sino que además, está buscando prepara a los futuros profesionales para entornos laborales en donde se va a requerir la colaboración y la resolución de problemas.

Etapas del ABP Bajo Enfoque STEM

Aunque no está establecida una metodología estandarizada para el ABP, si hay estructuras que pueden variar según el autor. En el estudio *Effectiveness of On-line STEM Project-Based Learning for Female Senior High School Students*, los autores Lou et al., (2011) presentan un modelo de cinco etapas basado en el autor Shyu, (2001) para implementar el ABP en línea. Aunque el modelo fue diseñado inicialmente para entornos en línea, es adaptable a proyectos presenciales, es decir, no se limita al medio digital sino que plantea una estructura para gestionar proyectos STEM. El modelo fue nombrado con el acrónimo PIPER por sus 5 etapas (Preparación, Implementación, Presentación, Evaluación, Reflexión), en donde cada etapa corresponde a momentos del aprendizaje por proyectos. En ese orden de ideas, por medio de la siguiente tabla se establecen las cinco fases propuestas.

Tabla 7

Etapas del Aprendizaje Basado en Proyectos

Etapas	Descripción según Lou et al., (2011)
Preparación	Se establecen los objetivos del proyecto. Se presentan los temas de elección libre. Organización de grupos de trabajo y asignación de roles.



Implementación	Actividades de indagación, búsqueda y organización de la información. Aplicar principios científicos, generación de hipótesis, recopilación, análisis, creación de informes. Creación y construcción de un producto final.
Presentación	Socialización de los resultados del proyecto, ya sea presentaciones orales o mediante informes escritos. Los estudiantes comunican el proceso final.
Evaluación	Se valoran los logros de aprendizaje y la efectividad del proyecto. El proceso se hace mediante expertos, pares y autoevaluaciones
Reflexión	Proceso crítico sobre el proceso y los resultados. Oportunidad para corregir errores, ajustar diseños y proponer mejoras.

Nota: Elaboración propia basada en la información de Lou et al., (2011).

Marco conceptual

El presente proyecto se fundamentan conceptos relacionados con el riego automatizado, la huerta escolar, la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) y el uso de Genially como herramienta digital de mediación pedagógica. Así, estos conceptos orientan la construcción de la propuesta educativa, permitiendo comprender la relación entre el aprendizaje contextualizado, el pensamiento computacional y el enfoque STEM.

Riego automatizado

Este es uno de los conceptos centrales ya que, este se entiende como un sistema tecnológico diseñado para el suministro de agua de forma controlada a través de sensores, programación, mecanismos automáticos de activación. (Gaitan et al., 2025), permitiendo optimizar recursos hídricos y la automatización de procesos agrícolas mediante principios electrónicos asociados a la lógica computacional y el monitoreo de variables ambientales. A



partir del enfoque STEM, el riego automatizado se constituye como una experiencia interdisciplinar integradora de conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para resolver problemáticas reales relacionadas con el uso eficiente del agua. Además, este tipo de proyectos favorece experiencias activas y contextualizadas orientadas al desarrollo de habilidades como la resolución de problemas y el pensamiento lógico. (Holmlund et al., 2018).

Huerta escolar

De forma complementaria, este proyecto se desarrolla en torno a la huerta escolar, entendiéndose como un espacio pedagógico y experiencial donde los estudiantes participan en procesos de cultivo, observación y cuidado del entorno. Yendo más allá de su función agrícola, la huerta escolar se considera como un laboratorio vivo que favorece el aprendizaje interdisciplinario y la construcción de experiencias significativas (Sanz-Hernández et al., 2026). Diversos estudios destacan que la huerta escolar promueve la participación activa, el trabajo colaborativo y el desarrollo de competencias relacionadas con sostenibilidad, resolución de problemas y conciencia ambiental. (Moreno-Fernández et al., 2026). Para esta investigación, la huerta escolar es un escenario auténtico para el diseño del sistema de riego automatizado, lo que permite vincular el aprendizaje con necesidades del entorno. Así, los estudiantes no solo interactúan con contenidos teóricos, sino que pueden aplicarlos en procesos de análisis, diseño y construcción de soluciones de forma contextualizada.

Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA)

La Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA), se entiende como la organización estructural y progresiva de las actividades que orientan el logro de los objetivos de aprendizajes específicos. la SEA permite articular contenidos, estrategias, recursos y evaluación dentro del

proceso de forma coherente y secuencial (Arís-Redó et al., 2024). En ambientes STEM, estas secuencias de enseñanzas aprendizaje favorecen la construcción del conocimiento a través de la experimentación y la resolución de problemas contextualizados de forma gradual.

En esta investigación, la SEA, organiza las actividades relacionadas con la comprensión del problema ideación de soluciones, el diseño de algoritmos, construcción del prototipo y procesos de prueba y mejora. de la misma forma, incorpora estrategias como diagramas de flujo, pseudocódigo y trabajo colaborativo orientados al fortalecimiento del pensamiento computacional y la participación activa de cada estudiante. (Paucar-Curasma et al., 2023).

Genially

Genially, se incorpora como una herramienta digital de mediación pedagógica. Esta es una plataforma interactiva que permite crear contenidos visuales y dinámicos a través de elementos multimedia, navegación interactiva y recursos gamificados. Para el ámbito educativo, esta es una herramienta que favorece la experiencia de aprendizaje de forma participativa e interactiva, permitiendo el fortalecimiento de la atención y la comprensión de contenidos a través de experiencias visuales y dinámicas (Estupiñán et al., 2024).

Dentro de esta propuesta, Genially, es usada como un entorno digital para organizar y presentar la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje, facilitando el acceso a las actividades y recursos del proyecto, incorporando la necesidad de diseñar experiencias interactivas que favorezcan la comprensión de las instrucciones y la navegación Autónoma durante el desarrollo de la propuesta (Nurajizah et al., 2025).



Marco Metodológico

El presente capítulo desarrolla el marco metodológico que orienta la investigación, presentando la categorización, enseguida exponiendo los fundamentos epistemológicos y procedimentales que sustentan el estudio, tal como el enfoque, el paradigma, el diseño de la investigación, técnicas de recolección de información y técnicas de análisis de información, fases, población y muestra, asimismo como los recursos previstos y el cronograma.

Categorización

Es primordial presentar la operacionalización de las categorías permitiendo establecer unas categorías centrales: pensamiento computacional (PC), aprendizaje basado en proyectos (ABP) y enfoque STEM, las cuales orientan el análisis del contexto y el diseño de la propuesta pedagógica. La categoría de pensamiento computacional contempla las subcategorías como: descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos. Para esta categoría, se emplea la técnica de encuesta mediante un cuestionario diagnóstico como instrumento de recolección de información. Este cuestionario se aplica durante la primera fase de la Investigación Basada en Diseño (IBD), correspondiente al análisis del problema y caracterización del contexto educativo.

Mientras que el ABP incorpora aspectos relacionados con trabajo colaborativo, participación y aprendizaje contextualizado. En el marco teórico se ha mostrado cinco etapas para el Aprendizaje Basado en Proyectos (preparación, implementación, presentación, evaluación y reflexión) propuesto por los autores Lou et al. (2011), sin embargo, para efectos de nuestra investigación se establecieron cinco subcategorías que representan las fases del ABP:



Planteamiento del problema, investigación y exploración, diseño de la solución, implementación del proyecto y reflexión. Por su parte, el enfoque STEM integra subcategorías como interdisciplinariedad, resolución de problemas reales y aplicación práctica del conocimiento en contextos escolares.

Para las categorías de ABP y enfoque STEM, se utiliza la técnica de observación y registro reflexivo a través de una bitácora pedagógica. Este instrumento se emplea tanto en la fase de análisis del contexto como en la fase de diseño de la propuesta dentro de la Investigación Basada en Diseño, permitiendo orientar la estructuración de la estrategia STEM basada en proyectos.

Enfoque de investigación

La investigación se sitúa dentro del paradigma interpretativo, que según Mejía (2022), citando a Ayala (2021), este paradigma se basa en la comprensión y la descripción de lo investigado, y “Trata de entender las interpretaciones de su mundo o su medio” (Pág 11). Para el autor Vain (2012), en el marco de este paradigma, supone un doble proceso de interpretación que, “de un lado, indica la forma en que los sujetos interpretan la realidad que construyen, mientras que, por el otro, señala la forma en que los científicos sociales intentan comprender cómo los sujetos construyen socialmente esas realidades”(Pág 39). Por lo tanto, el sujeto no solo es un receptor de la realidad, sino constructor activo de ella.

Este estudio se enmarca dentro del enfoque cualitativo, que se orienta en la comprensión de los fenómenos y explorarlos desde la perspectiva de los participantes en su contexto. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). El estudio cualitativo busca interpretar significados, comprender procesos y analizar experiencias situadas. Este enfoque permite captar no solo lo que



hacen los estudiantes, sino también el cómo construyen sentido a las prácticas y los problemas contextualizados. Este enfoque cualitativo permite entender cómo los estudiantes viven y resuelven los problemas en su entorno real, proporcionando la información para crear y mejorar el diseño de la intervención.

Tipo de Investigación

Para este estudio, en coherencia con el paradigma interpretativo y el enfoque cualitativo, se adopta la Investigación Basada en el Diseño (IBD), como estrategia metodológica. Este enfoque está orientado a la generación del conocimiento a partir de la implementación y análisis de intervenciones educativas en contextos reales, con el propósito de mejorar prácticas y comprender los procesos de aprendizaje. Para Reeves (2006), la Investigación Basada en el Diseño se caracteriza por su interés en abordar problemas educativos complejos a través del diseño, implementación, análisis, y reflexión de las intervenciones a través de ciclos iterativos, donde la IBD como metodología busca mejorar las prácticas educativas a través de la colaboración entre investigadores y participantes en contextos reales.

De acuerdo con Barab (2014), la fortaleza de este tipo de investigación radica en la capacidad para articular la teoría con la práctica, así, se genera conocimiento situado y aplicable. En esta perspectiva, se reconoce que los entornos educativos funcionan como ecosistemas complejos donde interactúan factores sociales, culturales, pedagógicos y tecnológicos, por lo que el interés no está en controlar variables, sino en comprender los mecanismos que emergen en la práctica educativa. Asimismo, Brown (1992) plantea que este tipo de investigación debe desarrollarse en contextos reales, permitiendo diseñar y analizar intervenciones educativas en



situaciones auténticas, señalando que, la IBD no solo produce soluciones prácticas, sino también principios teóricos que orientan futuras intervenciones.

De forma articulada, De Benito y Salinas (2016), destacan que la investigación basada en el diseño implica un doble propósito, la creación y mejora progresiva de un producto o intervención educativa, y la generación de conocimiento en forma de diseño transferible a otros contextos, Por lo que dicho “producto” no se limita a materiales físicos sino también a estrategias didácticas, metodológicas y procesos educativos.

En relación con los objetivos del presente estudio, la elección de la Investigación Basada en el Diseño se justifica en la necesidad de diseñar y analizar una propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM, orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de grado undécimo. Este enfoque permite no solo valorar el impacto de la intervención, sino también comprender cómo y por qué se generan los aprendizajes en un contexto educativo específico. En consecuencia, la IBD posibilita una articulación coherente entre investigación e innovación pedagógica, permitiendo generar tanto transformaciones en la práctica educativa como aportaciones teóricas contextualizadas, alineadas con las demandas de la educación contemporánea.

Técnicas de Recolección de Información

En cuanto a los instrumentos de recolección de información, se eligieron los acordes con las categorías de análisis definidas: pensamiento computacional, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y enfoque STEM. Los instrumentos fueron diseñados con el propósito de obtener información sobre las características del contexto educativo y también para orientar la



construcción de la propuesta pedagógica planteada desde la Investigación Basada en Diseño (IBD). Cada instrumento se relaciona directamente con las categorías de análisis y será anexado al documento final de investigación.

Para la categoría de pensamiento computacional, se diseña un cuestionario diagnóstico basado en ejercicios de marcos internacionales de pensamiento computacional. Los ejercicios se tomaron y se adaptaron del Desafío Bebras del Reino Unido 2024 categoría “Estudiantes de último año (14-16 años), dirigido a estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa. Este instrumento tiene como propósito identificar el nivel de pensamiento computacional de los estudiantes en el marco del proyecto pedagógico basado en ABP con enfoque STEM. El contenido del cuestionario incluye ejercicios tipo reto relacionados con las dimensiones de descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmos. Este instrumento se aplica durante la fase de análisis del problema y caracterización del contexto de la Investigación Basada en Diseño. El cuestionario se presenta en el Anexo A.

Para evaluar tanto las subcategorías del ABP como del enfoque STEM, hemos optado por una bitácora de observación. Este instrumento tiene como fin registrar información relacionada con el análisis del contexto educativo y el proceso de diseño de la propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM. El contenido de la bitácora contempla aspectos asociados al planteamiento del problema, investigación y exploración, diseño de la solución, implementación del proyecto y reflexión, correspondientes a la categoría ABP. De igual manera, se aborda elementos relacionados con la interdisciplinariedad, resolución de problemas reales y aplicación práctica del conocimiento en contextos escolares, pertenecientes a la categoría de enfoque STEM. El diseño del instrumento permite documentar observaciones, necesidades del contexto,



decisiones pedagógicas y posibilidades de integración interdisciplinaria consideradas durante la construcción de la propuesta educativa. El instrumento se presenta en el Anexo B. A modo de síntesis se presenta la siguiente tabla:

Tabla 8

Síntesis de la recolección de información.

Categoría	Subcategoría	Instrumento
Pensamiento Computacional	Descomposición de problemas. Reconocimiento de patrones. Abstracción. Diseño de algoritmos	Cuestionario diagnóstico
Aprendizaje Basado en Proyectos	Planteamiento del problema. Investigación y exploración. Diseño de la solución. Implementación del proyecto. Reflexión.	Bitácora pedagógica
Enfoque STEM	Interdisciplinariedad. Resolución de problemas reales Aplicación práctica del conocimiento en contextos escolares.	Bitácora pedagógica

Nota: Elaboración propia (2026).



Técnicas de Análisis

Las técnicas de análisis de información elegidas para la presente investigación se definieron de acuerdo con las características de los instrumentos aplicados y las categorías establecidas dentro de la investigación. Estas técnicas permiten organizar, interpretar y describir la información obtenida durante las fases de análisis del problema y diseño de la propuesta en el marco de la Investigación Basada en Diseño IBD.

Para la información recolectada mediante el cuestionario diagnóstico correspondiente a la categoría de PC, se emplea una técnica de análisis de respuesta en aciertos y desaciertos. Este análisis permite organizar e interpretar las respuestas de los estudiantes a partir de la identificación de aciertos y desaciertos en las subcategorías de descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos. De esta manera, se busca reconocer características iniciales relacionadas con el nivel de pensamiento computacional presente en los estudiantes.

Por otra parte, para la información registrada en la bitácora se recurre a la técnica de análisis de contenido. Esta técnica permite identificar elementos de interés presentes en los registros descriptivos y reflexivos relacionados con las categorías de Aprendizaje Basado en Proyectos ABP y enfoque STEM. A partir de este análisis se reconocen aspectos asociados a la contextualización del problema, integración interdisciplinaria, posibilidades pedagógicas y elementos considerados durante el diseño de la propuesta educativa.

Análisis preliminar diagnóstico



Este proyecto tiene como propósito orientar el fortalecimiento de pensamiento computacional en estudiantes de educación media, a través de un enfoque cualitativo, sustentado por Sampieri & Mendoza (2018). Se recolectó información a partir de la aplicación de un instrumento diagnóstico, “*Diagnóstico de Pensamiento Computacional en Estudiantes de Grado 11*” que obedece al primer objetivo específico. La prueba fue aplicada a estudiantes de grado 11, donde se estructura en torno a cuatro dimensiones del pensamiento computacional: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y Algoritmos. Para el análisis de los datos, se empleó la técnica de análisis de contenido, dado que las categorías de análisis fueron definidas previamente en el marco teórico, permitiendo interpretar las respuestas correctas e incorrectas como evidencias de los procesos de razonamiento de los estudiantes, y cuantificación. este análisis se puede complementar con el análisis temático, con el fin de identificar patrones en los errores y dificultades, lo que resulta pertinente para comprender el estado inicial de las habilidades cognitivas evaluadas.

Los resultados de esta prueba evidencian un comportamiento diferenciado por dimensiones, así, se permite identificar áreas en las que se requiere fortalecimiento. para la dimensión de reconocimiento de patrones, se presentan las mayores dificultades puesto que, con un número mínimo de hacer tú en varios ítems sugiere que hay limitaciones en la identificación de regularidades y en la generalización de información. En abstracción, se observa un desempeño variable ya que se caracteriza por la capacidad parcial de reconocer elementos relevantes, pero con dificultades para trabajar en niveles más generales. Para algoritmos, se muestra un desarrollo incipiente, donde se evidencian errores asociados a la secuenciación lógica de los procesos. Finalmente, para descomposición, se presenta un comportamiento heterogéneo,



donde se destaca un ítem con ausencia total de respuestas correctas lo que indica que hay dificultades significativas para la fragmentación de problemas complejos. En conjunto, estos hallazgos permiten identificar los temas centrales de dificultad en la generalización, la dependencia de lo concreto y las limitaciones en la estructuración lógica, lo que orientan la necesidad de intervención pedagógica enfocada al fortalecimiento integral del pensamiento computacional en estudiantes de grado undécimo.

Procedimiento

En coherencia con la Investigación Basada en el Diseño (IBD), este presente estudio se desarrolla a partir de un proceso iterativo, flexible y contextualizado, organizado en fases que articulan el problema, el diseño de la intervención, su implementación y la evaluación de sus resultados. Estas etapas no se conciben como lineales ni secuenciales, sino como momentos que se conectan entre sí, permitiendo retroalimentación el ajuste y mejora continua del diseño pedagógico.

Según Barab (2014), y Cobb et al. (2003), a IBD se estructura en ciclos que integran diseño, experimentación y reflexión, orientados a comprender cómo funcionan las intervenciones educativas en los contextos reales. así, para el desarrollo de esta investigación se establecen las siguientes fases:

Fase 1. Encuadre, Problema y Base Teórica

El propósito de esta fase es situar el problema de investigación dentro del ecosistema educativo, comprendiendo sus dinámicas, actores y condiciones para construir una base teórica



que sustente el diseño de la intervención. Así que, no solo se limita a identificar una dificultad, sino que busca interpretar como esta se produce y se mantiene en el contexto.

Comprender el Ecosistema (No Solo el Problema). En esta subfase, se realiza un análisis profundo del contexto mediante un mapa de actores, considerando los actores involucrados (estudiante, docentes, directivos), las prácticas pedagógicas, condiciones tecnológicas y socioculturales que influyen en el aprendizaje. La comprensión del ecosistema educativo se realiza desde un enfoque experiencial, donde se reconoce que los procesos de aprendizaje están mediados por la forma en que los estudiantes viven, interpretan y participan en las dinámicas del aula. En este sentido, el análisis no se limita a la identificación de actores o condiciones institucionales, sino que, integra elementos relacionados con las prácticas pedagógicas, la organización de las actividades, el uso de recursos tecnológicos y las formas de interacción que configuran la experiencia de aprendizaje.

Problema de Práctica y Pregunta de Investigación. En esta subfase, se realiza la delimitación del problema de práctica presente en el contexto educativo. A partir de la comprensión del contexto, se formula el problema de práctica, entendido como una situación persistente, situada en las dinámicas reales del aula y susceptible de ser transformada mediante el diseño pedagógico, además se formula la pregunta de investigación que orienta el desarrollo.

Teoría Inicial + Teoría de Cambio. En esta subfase se articulan los referentes conceptuales que sustentan la investigación. Además, desde un enfoque experiencial, se asume que el aprendizaje se construye basándose de la interacción entre factores cognitivos, emocionales y contextuales, por lo que el desarrollo del pensamiento computacional requiere no



solo de contenidos y habilidades, sino de experiencias de aprendizaje estructuradas, significativas y orientadas a la resolución de problemas.

Tomando como punto de partida estos elementos, se construye una teoría de cambio por medio de una matriz, esta establece una situación entre el diseño y la intervención y los resultados esperados. Esta teoría permite explicar cómo una propuesta basada en ABP con enfoque STEM puede generar condiciones para el fortalecimiento del pensamiento computacional.

Hipótesis de Diseño. La formulación de hipótesis de diseño, se entiende como una conjetura sobre las experiencias de aprendizaje que se espera generar. Así que para este estudio, estos supuestos se orientan a prever cómo los estudiantes interactuarán con la propuesta pedagógica y qué tipo de aprendizaje emergen. Estas premisas no buscan establecer relaciones causales generalizables, sino anticipar cómo determinadas características del diseño pueden transformar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, constituyendo la base para la construcción de la intervención pedagógica.

Fase 2. Diseño de la Intervención (Prototipo 1.0)

En esta fase, se orienta a la construcción de una propuesta pedagógica inicial, concebida como un prototipo funcional. En la IBD, no se presenta como un producto final, sino, un proceso abierto que evoluciona a partir de la interacción con el contexto.

Construcción del Prototipo Inicial. El prototipo inicial consiste en el diseño de una propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM, este diseño integra elementos conceptuales, procedimentales y actitudinales que permiten articular conocimientos de distintas áreas en torno a una situación real.



La construcción del prototipo inicial se fundamenta en los hallazgos de la anterior fase, en la necesidad de generar experiencias de aprendizajes más estructuradas, claras y significativas para los estudiantes. Así, el diseño incorpora organización secuencial de las actividades, explicitación de los objetivos de aprendizaje y definición de roles y tareas favoreciendo la participación activa.

Diseño de la SEA: Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje. La propuesta pedagógica se operacionaliza a través de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA), que organiza las actividades a partir de los momentos del ABP y los principios del enfoque STEM. Cada una de estas actividades se diseña considerando no solo los contenidos a abordar, sino también, la experiencia que se espera generar en los estudiantes.

En este sentido, se prioriza que las instrucciones sean claras, la secuencia de las tareas con coherencia y la articulación entre los momentos del proyecto, con la comprensión y la continuidad del proceso de aprendizaje. De esta manera, la SEA, incorpora estrategias de acompañamiento y andamiaje que permitan orientar a los estudiantes a la resolución de problemas, así reduciendo la incertidumbre y favoreciendo la persistencia hacia las dificultades.

Plan de recolección de datos. Se orienta a la comprensión de las experiencias de aprendizaje y las condiciones del contexto que inciden en el desarrollo del pensamiento computacional. En esta fase, la recolección de información se entiende no solo como un proceso de medición de resultados, sino también, como una estrategia para fundamentar decisiones de diseño. En este sentido, se contemplan instrumentos orientados a la identificación de mecanismos de seguimiento previstos para las fases iterativas de la investigación.

Tabla 9



Recolección de datos

Concepto	Instrumento	A quien-es.	Cuando
Pensamiento Computacional	Cuestionario diagnóstico	Estudiantes de grado undécimo	Fase 1. Análisis del problema y caracterización del contexto
Aprendizaje Basado en Proyectos	Bitácora pedagógica	Dinámicas de aula Desarrollo de actividades de proyecto	Fase 1. Análisis del problema y caracterización del contexto.
Enfoque STEM	Bitácora pedagógica	Procesos de integración interdisciplinar	Fase 2. Diseño de la propuesta educativa
Validación Conceptual de la estrategia	Rúbrica evaluación de la estrategia pedagógica.	Conjunto de dos expertos.	Fase 3. Evaluación de la Secuencia Enseñanza-Aprendizaje

Nota: Elaboración propia (2026).

Fase 3. Evaluación de la SEA

En esta fase de la investigación se plantea la valoración de la SEA diseñada, por medio de un proceso de juicio de expertos con experiencia en educación, enfoque STEM, y diseño de estrategias pedagógicas. Esta evaluación no tiene como finalidad la medición del impacto de la propuesta en estudiantes, sino, analizar la pertinencia, coherencia, y viabilidad del diseño a partir de las necesidades identificadas en el contexto. Además se contempla el uso de una rúbrica de evaluación que permita valorar cada uno de los aspectos de la propuesta, fortaleciendo la calidad del diseño, de esta manera, la evaluación por expertos se integra como un componente propio de



la lógica iterativa de la Investigación Basada en el Diseño, favoreciendo la consolidación del prototipo pedagógico construido.

Producto o Resultado Esperado

Ahora bien, como resultado del presente proceso de investigación se espera diseñar una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque STEM, orientada a fortalecer el pensamiento computacional en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa.

Además, la propuesta pedagógica contempla incluir actividades contextualizadas relacionadas con el diseño de un sistema de riego automatizado para la huerta escolar, permitiendo la interdisciplinariedad de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Asimismo, se considera incluir en la secuencia, estrategias, recursos y orientaciones pedagógicas construidas a partir de las necesidades identificadas durante las fases de análisis y diseño desarrolladas en la Investigación Basada en Diseño.

De igual manera, como resultado del proceso de diseño, se espera la construcción de una trayectoria hipotética de aprendizaje, en la que se anticipen posibles formas de participación de los estudiantes, sus dificultades y los mecanismos que puedan favorecer la comprensión, la motivación y el desarrollo del pensamiento computacional.

Finalmente, desde una perspectiva teórica, se espera derivar en una propuesta de principios de diseño, fundamentados en la relación entre la estructura de las actividades, la experiencia de aprendizaje y el desarrollo del pensamiento computacional. Estos principios, que



constituyen un aporte que puede orientar futuras investigaciones e intervenciones en contextos educativos similares.

Población y Muestra

La población objeto de estudio está conformada por aproximadamente novecientos (900) estudiantes entre niños, niñas y jóvenes pertenecientes a la Institución Educativa Suazapawa, ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá. Este plantel es de carácter privado, de contexto rural y ofrece educación en jornada única bajo la modalidad académica.

Respecto a la muestra, estuvo integrada por siete (7) estudiantes de grado undécimo cuyas edades oscilan entre los 15 y 16 años, está conformada por cinco hombres y dos mujeres, quienes participaron en la aplicación del cuestionario diagnóstico utilizado durante la fase de análisis del problema dentro de la Investigación Basada en Diseño. Los integrantes hacen parte de la escuela de robótica de la institución, lo que les ha permitido desarrollar actividades relacionadas a la tecnología y el trabajo en equipo. Ante esta condición de vinculación a la escuela, fue un criterio clave para la escogencia de los estudiantes, dado que contaban con interés y experiencia con la tecnología y resolución de problemas.

Recursos

Para el desarrollo del estudio, se dispone de recursos que permitan la caracterización del contexto, la construcción del prototipo pedagógico y el diseño de instrumentos de recolección de información.



A continuación, se presentan los recursos previstos:

Tabla 10

Recursos del proyecto

Tipo de recurso	Descripción
Económicos	Costos asociados a la impresión de instrumentos, materiales de apoyo y organización de la información. Se prevé una inversión mínima, asumida principalmente por el docente investigador con posible apoyo institucional.
Tecnológicos	Equipos de cómputo y dispositivos digitales, acceso a internet y uso de herramientas digitales para el diseño de la propuesta.
Materiales	Guías de trabajo, formatos de recolección de datos, matrices de análisis y material de referencia para el diseño del proyecto tecnológico.
Talento humano	Docente investigador, estudiantes de grado undécimo, y posible apoyo de docentes de áreas afines para fortalecer el enfoque interdisciplinario

Nota: Elaboración propia (2026).



Resultados y Análisis de Resultados

De acuerdo con el diseño metodológico planteado y las fases definidas dentro de la Investigación Basada en Diseño (IBD). A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de cada una de las subfases del proyecto.

Fase 1. Encuadre, Problema y Base Teórica.

Comprensión del Ecosistema Educativo

El ecosistema de la Institución Educativa Suazapawa, de Nobsa, no es solo un entorno físico; es un sistema donde convergen la identidad rural-campestre con las demandas de una sociedad digitalizada. El análisis del mapa de actores reveló una red de apoyo donde, si bien existe una estabilidad económica institucional y familiar que garantiza recursos materiales, se evidenció una tensión estructural: un marcado déficit en el acompañamiento emocional y una brecha en la mediación pedagógica de las tecnologías. La escuela, por tanto, deja de ser solo un centro de instrucción para convertirse en el nodo principal de interacción social y validación personal de los jóvenes. El mapa de actores se presenta en el anexo C

Para el desarrollo de esta investigación, se definió el arquetipo del "Estudiante Suazapawa", un perfil que encarnó las contradicciones del aprendizaje contemporáneo. Los datos del mapa de empatía mostraron a un estudiante con una alta competencia digital informal (consumo de videojuegos, redes sociales y robótica aplicada), pero que experimenta una profunda desmotivación ante las estructuras escolares tradicionales. El arquetipo del estudiante se presenta en el anexo D.



El análisis de la prueba diagnóstica reveló que la dificultad crítica en los estudiantes de grado 11° se concentró en el reconocimiento de patrones y el diseño de algoritmos. Desde una perspectiva de Investigación Basada en el Diseño, esto nos permitió realizar las siguientes miradas.

El reconocimiento de patrones requiere una atención sostenida para identificar regularidades en problemas complejos. Dado que el arquetipo demostró dificultades en este aspecto y el estudiante se siente "agobiado por actividades largas", es probable que los estudiantes abandonen el proceso cognitivo antes de identificar el patrón, recurriendo a la distracción como mecanismo de escape.

Problema de Práctica y Pregunta de Investigación

A partir de la comprensión del contexto, se formuló el problema de práctica entendido como una situación persistente y situada en las dinámicas reales del aula y es susceptible de ser transformada a través del diseño pedagógico.

En este estudio el problema se relacionó con las dificultades que presentaron los estudiantes de grado undécimo en el desarrollo del pensamiento computacional, particularmente en la estructuración de algoritmos, el reconocimiento de patrones y la resolución de problemas. Sin embargo, estas dificultades no se explican únicamente desde la perspectiva cognitiva, sino también por la forma en que los estudiantes experimentan las actividades de aprendizaje.

En este sentido, se identificó que la percepción de instrucciones poco claras, la desorganización de tareas y la falta de estructura en algunas actividades generan confusión en los estudiantes, incidiendo en su comprensión y participación. A su vez, estas condiciones estimulan



a las respuestas emocionales como ansiedad y frustración cuando no se logran resultados inmediatos, afectando así la disposición para la persistencia en la resolución de problemas. Esta situación se ve reforzada por dificultades en mantener una atención constante y la presencia de distractores, generando una experiencia de aprendizaje que se ve caracterizada por la desmotivación y la baja implicación en las actividades académicas.

Así que, el problema no solo radicó en el bajo desarrollo del pensamiento computacional, sino también en las condiciones pedagógicas y experienciales que limitan su construcción. Por tanto, se establece como una situación susceptible de ser intervenida mediante el diseño de experiencias de aprendizaje estructuradas, significativas y contextualizadas.

A partir de esta situación, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aporta una propuesta pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEM al fortalecimiento del pensamiento computacional y a la transformación de la experiencia de aprendizaje en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Suazapawa?

Teoría Inicial + Teoría de Cambio

La teoría inicial del presente estudio inició con comprender que las dificultades asociadas al PC no dependían únicamente de habilidades cognitivas aisladas, sino también de las experiencias pedagógicas que los estudiantes interactúan con las actividades de aprendizaje. Los resultados obtenidos en la subfase de comprensión del ecosistema educativo, evidenciaron que los estudiantes presentaron dificultades en el reconocimiento de patrones y la estructuración de algoritmos, acompañadas de desmotivación, frustración y baja persistencia frente a actividades extensas o poco contextualizadas.



Es por eso por lo que, la teoría de cambio planteó que el diseño de la propuesta pedagógica basada en ABP con enfoque STEM, contextualizada en el desarrollo de un sistema de riego automatizado, podría favorecer experiencias de aprendizaje más significativas, organizadas y cercanas al contexto de los estudiantes. En ese orden de ideas, se espera que la resolución de problemas reales, el trabajo interdisciplinario y el desarrollo de actividades secuenciales contribuyan a orientar el fortalecimiento de habilidades relacionadas con el PC. La matriz de cambio se puede ver en el anexo E.

Hipótesis de Diseño

A partir de la teoría de cambio construida, hemos formulado las siguientes hipótesis de diseño, en donde se formularon varias suposiciones que explican cómo ciertos elementos del diseño educativo pueden transformar la experiencia de aprendizaje y favorecer el desarrollo del pensamiento computacional. Estas hipótesis proceden de las problemáticas identificadas en la experiencia del estudiante y orientan la construcción de la intervención pedagógica bajo un enfoque de Investigación Basada en Diseño.

Hipótesis 1: Claridad y Comprensión de las Tareas. Si se presentan instrucciones claras, organizadas paso a paso y acompañadas de ejemplos, entonces los estudiantes comprenderán mejor las actividades y se sentirán más seguros al realizarlas, porque una mayor claridad en las tareas facilita el proceso de aprendizaje.

Hipótesis 2: Organización de la experiencia de aprendizaje. Si se diseñan actividades organizadas mediante una secuenciación clara y progresiva, entonces los estudiantes desarrollarán mayor claridad en el desarrollo de las tareas y mejor seguimiento del proceso, porque la estructuración del aprendizaje favorece la construcción ordenada del conocimiento.



Hipótesis 3: Motivación y persistencia. Si se proponen estrategias como retos progresivos y elementos de gamificación en las actividades, entonces los estudiantes aumentarán su motivación, persistencia y participación en las tareas, porque la motivación por logro y la obtención de recompensas fomentan el compromiso en el aprendizaje.

Hipótesis 4: Atención y concentración. Si se diseñan actividades interactivas, dinámicas y segmentadas en tiempos cortos, entonces los estudiantes lograrán mantener la atención y reducirán las conductas distractoras, porque centrarse en tareas significativas y trabajar en tiempos breves facilita la concentración.

Hipótesis 5: Desarrollo del pensamiento algorítmico. Si se incorporan herramientas como el pseudocódigo y los diagramas de flujo para resolver problemas, entonces los estudiantes mejorarán su capacidad para estructurar soluciones de manera lógica y secuencial, porque estas representaciones facilitan o ayudan a pensar de forma ordenada.

Hipótesis 6: Reconocimiento de patrones. Si se proponen actividades donde los estudiantes analicen secuencias y situaciones repetitivas, entonces podrán identificar patrones y aplicar soluciones en otros problemas, porque reconocer lo que se repite facilita encontrar soluciones.

Fase 2. Diseño de la Intervención (Prototipo 1.0)

Construcción del Prototipo Inicial

Como resultado de esta subfase, se realizó la construcción del Prototipo 1.0 denominado sistema de riego automatizado en una huerta escolar, este primer acercamiento permitió



estructurar conceptualmente la propuesta pedagógica mediante la elaboración de un mapa conceptual, en el cual se organizaron los principales componentes relacionados con el pensamiento computacional, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque STEM. El prototipo 1.0 se presenta en el anexo F.

Diseño de la SEA: Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje

Es esta subfase, surgió como producto el diseño de la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA), apoyada en la metodología activa ABP y bajo el enfoque STEM, cuya finalidad es orientar el fortalecimiento del pensamiento computacional. Esta propuesta pedagógica se acomodó al entorno mediante el diseño de un sistema de riego automatizado para la huerta escolar, permitiendo la integración interdisciplinaria de elementos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. La propuesta fue diseñada y alojada en la plataforma Genially, permitiendo integrar recursos digitales e interactivos para el desarrollo de la experiencia de aprendizaje. A continuación, se presenta el diseño didáctico por medio de la siguiente tabla.

Tabla 11

Tabla general del diseño didáctico

Nivel	Nombre Experiencia	Pregunta Orientadora	Actividades principales	Componentes STEM	Evaluación
Preparación	Sesión 1: ¿Qué nos dice la tierra al tocarla?	¿Cómo podemos medir de forma confiable la	Exploración de diferentes tipos de suelo, observación	C: cambios del suelo por la humedad. T: uso de métodos	Lista de cotejo y cuestionario individual.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

		humedad del suelo?	de textura y humedad, comparación de muestras y registro de hallazgos.	manuales de análisis. I: prácticas básicas de observación agrícola. M: comparación de niveles de humedad.	
	Sesión 2: ¿Cuánta agua retiene la tierra?	¿Cómo podemos comprobar cuánta agua retiene la tierra después de regar?	Medición de masa del suelo seco y húmedo, análisis de retención de agua y comparación de resultados.	C: absorción de agua. T: uso de métodos manuales de análisis. I: prácticas básicas de observación agrícola. M: comparación de niveles de humedad..	Lista de cotejo y cuestionario individual.
	Sesión 3: De la humedad al lenguaje de los números	¿Cómo podemos lograr que la tierra “hable” en números y que una máquina pueda interpretar?	Conexión del sensor YL-69, programación y lectura de datos en Arduino.	C: conductividad del suelo húmedo. T: uso de sensores y Arduino. I: montaje electrónico básico. M: interpretación de valores numéricos.	Lista de cotejo y cuestionario individual.
Diseño	Sesión 1: Escuchando a la tierra	¿Cómo podemos saber cuándo una planta	Interpretación de niveles de humedad y análisis de	C: necesidades de agua en las plantas.	Registro grupal y socialización.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

	realmente necesita agua?	necesidades hídricas.	T: análisis de datos de humedad. I: identificación de problemas de riego. M: comparación de valores y rangos.	
Sesión 2: Tomando decisiones inteligentes	¿Cómo podríamos explicarle a una máquina cuándo debe regar una planta?	Construcción de reglas automáticas y decisiones lógicas de riego.	C: relación suelo-humedad-riego. T: lógica computacional básica. I: diseño de soluciones automatizadas. M: uso de condiciones numéricas.	Actividad grupal y registro de reglas.
Sesión 3: Pensar como programadores	¿Cómo podemos organizar instrucciones para que una máquina las entienda?	Elaboración de pseudocódigo y diagramas de flujo.	C: secuencia de procesos físicos. T: representación algorítmica. I: organización funcional del sistema. M: secuenciación lógica.	Diagramas y explicación grupal.
Sesión 4: Construyendo el sistema físico de riego por goteo	¿Cómo podemos construir un sistema físico de riego por goteo que distribuya el agua de manera	Instalación de tuberías, conexiones y prueba manual del sistema	C: circulación del agua. T: uso de componentes hidráulicos. I: construcción del sistema de riego.	Registro técnico y observación del funcionamiento.



		eficiente utilizando la gravedad?		M: medición y distribución espacial.	
Auto-matiza-ción	Sesión 1: La huerta comienza a pensar	¿Cómo puede un sistema interpretar diferentes niveles de humedad para tomar decisiones automáticamente?	Instalación de sensores, lectura de datos y comparación entre zonas de humedad.	C: variación de humedad en el suelo. T: programación y sensores. I: monitoreo automatizado. M: comparación de datos numéricos.	Registro de lecturas y análisis grupal.
	Sesión 2: Activando el riego inteligente	¿Cómo puede un sistema automatizado decidir cuándo permitir el paso del agua hacia la huerta?	Conexión del relé y electroválvula, programación y pruebas automáticas de riego.	C: control hídrico del suelo. T: automatización electrónica. I: integración de sistemas. M: condiciones lógicas de activación.	Registro de pruebas y rúbrica final integradora.

Nota: Elaboración propia (2026).

Fase 3. Evaluación de la SEA

La rúbrica que se diseñó para la valoración por parte de los expertos está bajo seis conceptos (Coherencia, integración STEM, pensamiento computacional, interactividad y motivación, diseño en Genially y percepción), el instrumento de evaluación se puede ver en el anexo G. Revisando los resultados, notamos que, conceptos como la coherencia, la integración STEM y el diseño en Genially, en total acuerdo y de manera positiva, los docentes evaluadores



han manifestado que, la estrategia mostró una organización clara y progresiva, así mismo, la propuesta apostó a un aprendizaje interdisciplinar, favoreciendo actividades con situaciones reales. Otro aspecto que también los expertos vieron con buenos ojos, fue el hecho de haber alojado la estrategia en una plataforma digital como Genially, para ellos el diseño visual favorece la comprensión de las actividades de aprendizaje, ya que se encuentra de manera estructurada y clara.

Otro criterio valorado positivamente fue la interactividad y la motivación de la propuesta, los expertos destacaron que la organización por niveles y retos, junto con el uso de recursos digitales, contribuye en los estudiantes a mantener el interés y la motivación durante el desarrollo de las actividades. Asimismo, uno de los docentes consideró estar totalmente de acuerdo en que las actividades planteadas favorecen la construcción de algoritmos y secuencias lógicas, mientras que, para el otro experto, la estrategia promueve el análisis y comparación de datos.

Adicionalmente, la percepción o valoración de la estrategia por parte de los docentes evaluadores, se puede decir que es pertinente para los estudiantes de educación media, así mismo, resaltó que es trabajo por proyectos y relacionadas con situaciones reales dentro de la huerta escolar.

Ahora bien, con el ánimo de mejorar o bien complementar la estrategia, los expertos han compartido varias recomendaciones entre ellas, sugiriendo que la aplicación de la estrategia pueda ser compartida con un grupo de especialidad como por ejemplo de medio ambiente, esto permite reconocer de la posibilidad de ampliación y fortalecimiento en futuras fases de implementación. Por otro lado, se propuso que la estrategia incorpore más actividades enfocadas



en el análisis de datos y en el funcionamiento automático del sistema, reflejando la necesidad de profundizar en componentes asociados al PC y al uso aplicado de la tecnología. Además, abrir más espacios de práctica, sugiriendo actividades experienciales, podría favorecer una mayor participación e interés de los estudiantes durante el proceso.

Conclusiones

El desarrollo de esta investigación, permitió entender diferentes aspectos relacionados tanto del Pensamiento Computacional (PC) como del diseño de experiencia de aprendizaje dentro de un entorno específico desde el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). A partir del proceso de análisis, diseño y valoración de la propuesta pedagógica, emergen las siguientes conclusiones:

A través de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la prueba diagnóstica junto con la construcción del arquetipo, nos permitió reconocer que si bien las dificultades asociadas al pensamiento computacional en los estudiantes de undécimo de la I.E. Suazapawa están relacionadas a habilidades técnicas o cognitivas, estas no dependen únicamente de ello sino también, de las experiencias pedagógicas que hacen parte de su proceso de aprendizaje. Entre otros aspectos, la desmotivación frente a actividades extensas, la necesidad de mayor contextualización y las dificultades en procesos como el reconocimiento de patrones y la construcción de algoritmos evidencian la importancia de diseñar experiencias de aprendizaje más cercanas a la realidad de los estudiantes y a sus intereses.



Por lo tanto, el diseño de la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) basada en ABP con enfoque STEM nos permitió organizar una propuesta pedagógica relacionada con situaciones reales dentro de la huerta escolar de la institución. El diseño de las actividades, favoreció la integración interdisciplinar entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, adicional, las tareas fomentan la resolución de problemas reales y orientan el fortalecimiento del pensamiento computacional.

La valoración hecha por los dos expertos nos permitió reconocer que nuestra propuesta pedagógica diseñada, presenta una coherencia en la estructura adecuada bajo el enfoque STEM, además de una organización clara frente a las actividades. Ahora, el uso de la plataforma Genially fue considerado un aspecto favorable, elementos como el diseño visual y la organización de los contenidos, facilitan la comprensión de las actividades por parte de los estudiantes. Ahora bien, al ser una estrategia por niveles, favorece la participación y motivación de los estudiantes durante el desarrollo de la secuencia, adicional, se reconoció que dichas actividades presentan el potencial para orientar el fortalecimiento del PC, especialmente en lo asociado con construcción de algoritmos, secuencias lógicas y análisis de datos.

Finalmente, las recomendaciones realizadas por los evaluadores permitieron reconocer que, una de las oportunidades de mejorar tiene que ver con la siguiente fase de implementación, aspectos como el funcionamiento automático del sistema y la incorporación de espacios de práctica experiencial. Hay que mencionar, además la posibilidad de articular la estrategia con otros proyectos relacionados con el área ambiental.



Visión Prospectiva del Proyecto

El desarrollo de esta investigación evidenció el potencial al integrar el enfoque STEM y el ABP para orientar el fortalecimiento del pensamiento computacional a través de propuestas situadas. Si bien, la investigación se delimitó a la fase de diseño de la SEA bajo la metodología de la IBD, los hallazgos permitieron consolidar una base de conocimientos y oportunidades estratégicas que servirán de ruta para la futura implementación y el desarrollo de nuevas líneas investigativas.

A continuación, se presentan las principales lecciones aprendidas, fortalezas, oportunidades de mejora, recomendaciones y posibles proyecciones derivadas del proceso investigativo

Lecciones Aprendidas

- Durante la comprensión del ecosistema educativo de la institución, nos permitió evidenciar que, si bien las dificultades relacionadas con el pensamiento computacional van ligadas a lo cognitivo, también existe factores como las experiencias pedagógicas y emocionales que viven los estudiantes dentro del aula.
- El estudio del entorno nos permitió identificar la importancia de diseñar propuestas pedagógicas contextualizadas y cercanas a la realidad de los estudiantes para favorecer la motivación y la participación activa.
- Ahora bien, la integración entre el ABP y el enfoque STEM ofrece alternativas de gran impacto para incorporar el aprendizaje práctico, la resolución de problemas reales y el trabajo interdisciplinario.



- La IBD nos facilitó comprender la importancia de diseñar propuestas pedagógicas de manera progresiva, tomando como punto de partida las necesidades del contexto y las características reales de los estudiantes, que para esta ocasión son de grado undécimo.

Fortalezas del Proyecto

- Al categorizar el pensamiento computacional, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y enfoque STEM, nos permitió en el diseño una integración entre tecnología, resolución de problemas y aprendizaje contextualizado.
- El proyecto fue construido a partir de necesidades reales identificadas en el contexto educativo de la Institución Educativa Suazapawa.
- La Secuencia (SEA) diseñada, fue estructurada considerando principios de interdisciplinariedad, organización progresiva de actividades y aplicación práctica del conocimiento.
- El diseño pedagógico incorpora recursos digitales e interactivos mediante la plataforma Genially, fortaleciendo las posibilidades de mediación pedagógica y participación de los estudiantes.

Oportunidades de Mejora

- Debido al tipo de investigación basada en diseño, nos permitió estructurar el proyecto desde una perspectiva flexible, centrada en la comprensión del contexto y en la construcción progresiva de la propuesta pedagógica.



- Debido a que el proyecto llega a fase de diseño, el propósito es desarrollar futuras fases de implementación, con el fin de analizar su impacto en el fortalecimiento del pensamiento computacional y en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.
- Ampliar tanto la participación de estudiantes como de docentes en el proceso de diseño e implementación de la propuesta y así, favorecer los procesos colaborativos.
- Incorporar estrategias adicionales diferentes a lo cognitivo, es decir, orientadas al acompañamiento emocional, la motivación y la atención sostenida durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje.
- Explorar futuras adaptaciones de la propuesta en otros niveles escolares o contextos educativos rurales con características similares.
- Ajustar y diversificar las actividades de la SEA para responder a diferentes ritmos y estilos de aprendizaje presentes en los estudiantes.

Recomendaciones

- Promover procesos de formación en docentes relacionados con pensamiento computacional, Aprendizaje Basado en Proyectos y enfoque STEM, impulsando la apropiación de metodologías activas e interdisciplinarias, propias de la educación del siglo XXI.
- Diseñar experiencias de aprendizaje contextualizadas que respondan a las problemáticas del entorno rural. Lo anterior permite una mayor conexión entre los contenidos académicos y la realidad de los estudiantes.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

- Continuar desarrollando propuestas pedagógicas que integren tecnología, resolución de problemas reales y trabajo colaborativo, habilidades requeridas en el mundo actual.
- Fortalecer y fomentar espacios institucionales de trabajo interdisciplinario que permitan la articulación entre distintas áreas del conocimiento dentro de proyectos STEM.

Ideas para Nuevos Proyectos

- Diseñar e implementar propuestas pedagógicas STEM relacionadas con la sostenibilidad ambiental, las energías renovables y la automatización aplicada al campo.
- Actividades centradas en robótica educativa y programación contextualizada en diferentes niveles de escolaridad para fortalecer habilidades de pensamiento computacional.
- Diseñar Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje que integren el internet de las cosas (IoT) y tecnologías emergentes aplicadas al monitoreo de la actividad agronómica.



Referencias

- Arís-Redó, N., Orcos, L., & Magreñán, Á. A. (2024). Teaching–learning sequences in STEM education: How do secondary school teachers design them? *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10457-3>
- Barab, S. A. (2014). Design-based research: A methodological toolkit for engineering change. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2.^a ed., pp. 151–170). Cambridge University Press.
- Bell, S. (2010). Aprendizaje basado en proyectos para el siglo XXI: Habilidades para el futuro. *The Clearing House: Revista de estrategias, problemas e ideas educativas*, 83 (2), 39–43. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00098650903505415>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), Vancouver, Canada. <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Cárdenas Reyes, J. A., López Sánchez, J. R., García Almazán, B., Alcocer Lizardi, A. R., & Jiménez Castillo, O. R. (2024). Mejora en la eficiencia del riego agrícola mediante un sistema automatizado. *Memorias Del Concurso Lasallista De Investigación, Desarrollo E innovación*, 10(1), 58–62. <https://doi.org/10.26457/mclidi.v10i1.3789>



- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013) – STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. <http://stemcentre.ru/uploads/media/documents/doc5b98abd338a755.73991485.pdf>
- Csizmadia, A.P., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C.C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking A guide for teachers. CAS: Computer at School. <https://bit.ly/3Ylzd6L>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. Educational Researcher, 32(1), 9–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>
- De Benito, B. y Salinas, J.M. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. RIITE.Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, 0, 44-59. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Dewey, J. (1938). Experience and education. Macmillan. <https://tecnoeducativas.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/08/dewey-experiencia-y-educacion.pdf>
- Estupiñán, S. T., Cruz, C. V., & Pérez Barrera, H. M. (2024). Implementación de Genially como estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales. Mendive. Revista de Educación, 22(3), e3722. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3722>



- Gaitan, N. C., Batinas, B. I., Ursu, C., & Crainiciuc, F. N. (2025). Integrating artificial intelligence into an automated irrigation system. *Sensors*, 25(4), Artículo 1199.
<https://doi.org/10.3390/s25041199>
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., & Basilotta Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113–131. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>
- Giesecke, M. (2020). Elaboración y pertinencia de la matriz de consistencia cualitativa para las investigaciones en ciencias sociales. *Desde el Sur*, 12(2), pp. 397-417.
<http://dx.doi.org/10.21142/des-1202-2020-0023>
- González Segura, C. M., Solís Baas, N. V., Montañez May, T. J., García García, M., & Canché Euán, M. (2025). Promoviendo el pensamiento computacional desenchufado en un proyecto social. *Revista EIA*, 22(43), 1-23.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Herrera, . C. A., Andrade Muñoz, . J. ., Rivera Cano, K. Y., & Sánchez Valtierra, J. A. (2024). Implementación de Estrategias Pedagógicas Efectivas para Desarrollar Habilidades Técnicas en el Contexto de la Metodología STEM en Matemáticas en Estudiantes de la Unidad Educativa Julio Jaramillo. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), e42246.
[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)246](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)246)



Holmlund, T. D., Les seig, K., & Slavitt, D. (2018). Making sense of "STEM education" in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(1), Artículo 32.

<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>

Huet, I. (2017). Research-based education as a model to change the teaching and learning environment in STEM disciplines. *Revista Europea de Educación en Ingeniería*, 43 (5), 725–740. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1415299>

Hurt, T., Greenwald, E., Allan, S. et al. El marco de pensamiento computacional para la ciencia (PC-S): operacionalización del PC-S para investigadores y educadores de educación científica K-12. *IJ STEM Ed* 10 , 1 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00391-7>

ICFES. (2022). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), Informe nacional de resultados para Colombia 2022. Recuperado de:
https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-421217_recurso_03.pdf

ICFES. (2024). Reporte de resultados del examen saber 11° por aplicación. Recuperado de:
<https://www.icfes.gov.co/evaluaciones-icfes/saber-11/resultados-examen-saber-11/>

Kelley, T.R., Knowles, J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Ed* 3, 11 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Join - UK Bebras. (n.d.).

https://www.bebbras.uk/index.php/index.php?action=user_competition&grp_id=27834

Lou, Shi-Jer & Liu, Y.-H & Shih, Ruby & Chuang, S.-Y & Tseng, Kungjung. (2011).

Effectiveness of On-line STEM Project-Based Learning for Female Senior High School



Students. International Journal of Engineering Education. 27. 399-410.

https://www.ijee.ie/articles/Vol27-2/18_ijee2443ns.pdf

Mejía-Rivas, J. (2022). Los paradigmas en la investigación científica. Revista Ciencia Agraria, 1(3), 7-14. <https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.03.001>

Ministerio de Tecnología de la Información y la comunicación. (2024). Colombia se está transformando gracias a los talleres de pensamiento computacional – Colombia programa <https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/w3-article-388502>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC), y British Council (2024), COLOMBIA PROGRAMA, Ruta Código Verde. https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/articles-395884_recurso_1.pdf

Moreno-Fernández, O., Moreno-Crespo, P., & Corral-Carrillo, M. J. (2026). A university–school partnership model for sustainability teacher training: Integrating school gardens into basic education. Sustainability, 18(9), Artículo 4201. <https://doi.org/10.3390/su18094201>

Morrison, J., Frost, J., Gotch, C. et al. El rol del profesorado en el aprendizaje de los estudiantes en una escuela secundaria STEM basada en proyectos: Implicaciones para la formación docente. Int J of Sci and Math Educ 19 , 1103–1123 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10108-3>

Nurajizah, N., Habibie, A., & Muhammad, T. (2025). Development of interactive learning media based on Genially for informatics subject in grade X of vocational high school. Diksains Journal, 5(2). <https://journal.yppmma.org/index.php/dj/article/view/313>



- OECD (2019), Estrategia de Competencias de la OCDE 2019: Competencias para construir un futuro mejor, OECD Publishing, Paris/Fundación Santillana, Madrid, <https://doi.org/10.1787/e3527cfb-es>.
- Orozco-Carrillo, L., & Zapata-González, A. (2023). Pensamiento computacional en el alumnado de nivel secundaria en Iberoamérica. Una revisión sistemática de 2012 a 2022. *Revista Innovación Educativa*, Vol. 5, Núm. 3, páginas 27-39.
- Paucar-Curasma, R., Villarreal-Torres, H., Caurcel-Cara, M. J., & Villena-Guerrero, M. (2023). Development of computational thinking through STEM activities for the promotion of gender equality. *Sustainability*, 15(16), Artículo 12335. <https://doi.org/10.3390/su151612335>
- Perales, F. J., y Aguilera D., (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice*. *Revista de Educación Científica*, 4 (1), 1-15. URI: <http://hdl.handle.net/10481/62362>
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. En J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52–66). Routledge.
- Sanz-Hernández, A., Ariño-Mateo, E., & Barrón-Ruiz, A. (2026). School gardens: A multiple case study on pedagogical innovation and community engagement in Spain and Portugal. *Education Sciences*, 16(4), Artículo 529. <https://doi.org/10.3390/educsci16040529>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice.

Education Sciences, 12(10), 728. <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking.

Educational Research Review, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

UNESCO (2017). E2030: educación y habilidades para el siglo XXI;

reporte <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250117>

Vain, P. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones

teórico-metodológicas. Revista de Educación, 4(4), 37-45. Recuperado de

https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/83/146

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35.

<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje

basado en proyectos como estrategia didáctica. Revista Conrado, 18(84), 172-182.