

Desarrollo de competencias STEM en estudiantes de contextos rurales a partir de la implementación de una estrategia didáctica haciendo uso de herramientas tecnológicas y la medición de algunos parámetros del agua.

Presentado por:

Lic. Mónica María Marín Arena

Directora

Msc. Andrea Carolina Sánchez Díaz

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERIA, DISEÑO E INNOVACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM
2025

Contenido

INTRODUCCIÓN	6
CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
Pregunta de investigación	13
Objetivos de investigación	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos	14
JUSTIFICACIÓN	15
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO II	17
ESTADO DEL ARTE	18
La brecha digital en contextos rurales y el potencial de la Educación STEM.....	19
Micro:bit como Herramienta Educativa.....	20
Tecnología y estrategias basadas en Arduino y Micro:bit	21
MARCO CONCEPTUAL	24
Enfoque STEM	24
Competencias STEM	26
Pensamiento computacional como competencia y su integración con la Micro:bit.....	27
Metodologías activas para trabajar el enfoque STEM	30
Micro:bit	31
Estrategias didácticas	33
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA	36
Paradigma	37
Enfoque.....	38
Tipo de estudio.....	39
Diseño y métodos	40
Población	40
Fases.....	42
Criterios de calidad	43

Validez de contenido del cuestionario estructurado.	44
Confiabilidad interna cuestionario	44
Validación por de contenido de la estrategia didáctica	44
Consideraciones éticas	45
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO IV	48
RESULTADOS SOCIODEMOGRÁFICOS	49
Definición del grupo de estudio	49
Datos utilizados	49
Herramientas utilizadas	50
Edad.....	50
Género	51
Condiciones de aprendizaje	51
Nivel Socioeconómico.....	52
Acceso a la tecnología	53
Participación Familiar.....	53
Problemas por Agua Potable	54
Objetivo específico 1	54
Resultados de la aplicación del pretest.	58
Objetivo específico 2	67
Instrumentos de evaluación de la estrategia didáctica.....	76
Lista de cotejo.....	76
Objetivo específico 3	79
Análisis de normalidad y descriptivos	82
Análisis de la prueba t para muestras emparejadas	83
CAPÍTULO V DISCUSIONES	86
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS	95

Tabla de figuras

Figura 1 Marco conceptual	24
Figura 2 Micro:bit	32
Figura 3 Ruta de Aprendizaje Basado en Proyectos	35
Figura 4 Criterios de selección de los participantes	42
Figura 5 Distribución por edades.	50
Figura 6 Porcentaje por género	51
Figura 7 Condiciones de Aprendizaje	52
Figura 8 Nivel socioeconómico	52
Figura 9 Acceso a la tecnología	53
Figura 10 Participación Familiar.	54
Figura 11 Acceso a agua potable.	54
Figura 12 Marco para calcular el Coeficiente de Validez de Contenido.....	55
Figura 13 Hoja de resultados.....	56
Figura 14 Confiabilidad.....	58
Figura 15 Pregunta 1.....	58
Figura 16 Pregunta 2.....	59
Figura 17 Pregunta 3.....	60
Figura 18 Pregunta 4.....	61
Figura 19 Pregunta 5.....	61
Figura 20 Pregunta 6.....	62
Figura 21 Pregunta 7.....	63
Figura 22 Pregunta 8.....	65
Figura 23 Pregunta 9.....	65
Figura 24 Pregunta 10.....	66
Figura 25 Porcentaje de logro por dimensión STEM	79
Figura 26 Resultados pretest.....	79
Figura 27 Resultados del postest.....	80
Figura 28 Distribución de puntuaciones: Pretest	81

Figura 29 Distribución de puntuaciones: posttest.....	81
--	----

Tabla 1 Criterios de selección de la población	41
---	----

Tabla 2 Fases del procedimiento metodológico	42
---	----

Tabla 3 Aspectos sociodemográficos	49
---	----

Tabla 4 Sesión 1 Estrategia didáctica	69
--	----

Tabla 5 Sesión 2 y 3 Estrategia didáctica	71
--	----

Tabla 6 Sesión 4 Estrategia didáctica	73
--	----

Tabla 7 Sesión 5 Estrategia didáctica	74
--	----

Tabla 8 Sesión 6 Estrategia didáctica	76
--	----

Tabla 9 Resultados generales por indicador	77
---	----

Tabla 10 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk	81
--	----

Tabla 11 Estadísticos Descriptivos	82
---	----

Tabla 12 Prueba t para muestras emparejadas	83
--	----

Tabla 13 Prueba t	84
--------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

La educación STEM posibilita trabajar de forma articulada desde diferentes áreas del currículo, permitiendo establecer conexiones entre contenidos para que se dé un aprendizaje más significativo tal como lo plantean (Martín & Santaolalla 2022), además de ayudar a resolver problemáticas del contexto propio del estudiante, y generando en el un desarrollo amplio de competencias como lo son el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, la alfabetización digital, entre otras.

Por otro lado, comprender lo que sucede en los contextos de los estudiantes y las instituciones educativas rurales con un tema tan sensible como lo es el acceso al agua potable nos permite generar esta propuesta investigativa en la que por medio del uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit podemos medir parámetros del agua como la turbidez para desarrollar en los estudiantes competencias STEM.

Para resolver el objetivo central se plantearon 3 objetivos específicos, el primero nos indica el diseño de una estrategia didáctica para desarrollar competencias STEM a partir del estudio de una fuente hídrica haciendo uso de herramientas tecnológicas, el segundo plantea la aplicación de la estrategia didáctica promoviendo el aprendizaje activo y, por último, está el evaluar en qué medida la estrategia pedagógica implementada favorece el desarrollo de las competencias STEM en los estudiantes. Esto incluye la aplicación de un cuestionario Posttest de igual estructura que el pretest, para comparar resultados y ver la evolución individual y grupal.

La investigación responde a una metodología en la que se tiene en cuenta lo cualitativo y lo cuantitativo, el método es estudio de caso con un enfoque exploratorio-descriptivo, con un grupo de estudiantes de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Una de las grandes problemáticas que existen actualmente a nivel social y ambiental es la disponibilidad del recurso hídrico para el consumo humano, a propósito, Lizcano Chapeta, et al, (2022), nos dicen que debido al aumento excesivo de la población y de la demanda de agua, se hace necesaria una verdadera gestión de este recurso, ya que, aunque parece no ser limitado, estamos viendo como acceder a este va siendo a cada vez más complicado.

Y en este orden de ideas, se ve como en muchos contextos rurales, la dependencia de fuentes hídricas no tratadas o con acceso intermitente exige una comprensión profunda de su calidad y disponibilidad. Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 de cada 3 personas en el mundo no tienen acceso a agua potable, ni a servicios seguros de saneamiento, lo que genera que se amplíe más el panorama de la desigualdad social, observando que millones de niños en el mundo carecen de acceso a servicios de agua gestionados de forma segura, representando la urgencia de abordar esta problemática desde la educación, ya que, la falta de acceso a agua potable no solo afecta la salud, sino que también limita las oportunidades educativas y el desarrollo integral de los niños, perpetuando ciclos de pobreza y desigualdad (Banco Mundial, 2022).

En este contexto, las aguas que fluyen (ríos, quebradas y acuíferos) son seres vivos y esenciales para la seguridad hídrica, la sostenibilidad ambiental y la salud humana (Rojas Rueda, 2022). En este contexto, el análisis de variables fisicoquímicas y biológicas no solo define la calidad del agua, sino que también revela los procesos naturales y antropogénicos que la degradan. Los organismos marítimos son bioindicadores de la salud del ambiente (Ramos Doria & Núñez Urueta, 2020; ECOQUIMSA, 2024;).

Por lo cual, la intervención de los alumnos en la determinación de estas fuentes acuáticas específicas crea un área de saber climático y apropiación de instrucciones integrados de las disciplinas STEM y STEAM. La relevancia de esta inmersión es que incorporar habilidades STEM en la educación básica prepara a los niños para el siglo XXI (Gras & Alí, 2024; Otero Vázquez, 2024). Dicho método desarrolla habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la agencia ciudadana (Ramos Doria & Núñez Urueta (2024); Gras & Alí, 2024).

Aquí la tecnología tiene mucho que decir. La integración de herramientas pedagógicas innovadoras, como la Micro:bit, tarjeta programable de bajo coste, apoya la progresión hacia el aprendizaje práctico y experimental (Micro:bit Educational Foundation, s.f.). La adaptación de la Micro:bit accede a los alumnos proyectar sensores para calcular datos climáticos (temperatura, luminosidad, entre otros.), coleccionarlos y examinarlos en época real, desplegando el pensamiento computacional (Ramos Doría & Núñez Urueta, 2014).

Por lo que las estrategias pedagógicas que usen el entorno local de esta tecnología fortalecen las habilidades STEM y STEAM (López Gamboa et al., 2020; Arguello-Guevara, 2025); al poner el aprendizaje en contextos reales, como medir la calidad del agua ambiental, los estudiantes se involucran. Es aquí donde la Micro:bit permite a los niños manipular nociones abstractas para resolver problemas concretos del mundo real, con metodologías de aprendizaje basado en problemas y retos (López et al., 2020).

En tal sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2024), señala que las poblaciones rurales y pobres son las que aún cuentan con menor acceso a tecnología y educación de calidad en todos los niveles. Además, en

Latinoamérica el STEM tiene desigualdades de recursos y requiere contextualización para ser efectivo.

Asimismo, Bascopé Julio et al. (2024), señalan que hoy en día en la educación se están moviendo desde las instituciones educativas para mejorar los aprendizajes de los estudiantes, ya que certifican los resultados en pruebas externas; el sistema evalúa la educación con la prueba, por eso se hacen actualizaciones permanentes al currículo, se inventan estrategias desde la gestión académica y es la oportunidad desde el pensamiento computacional. Diversos países en estos diez años, este pensamiento usa procesos analíticos para definir, analizar y resolver problemas, tal como recomiendan la Unión Europea y la Comisión Europea, la competencia digital, una de las competencias clave para el aprendizaje permanente: "Aprender y desarrollar competencias digitales no es aprender a usar las TIC, sino a usarlas de forma segura, colaborativa y creativa".

Ante la necesidad de formar competencias en los estudiantes para resolver problemas de la vida diaria, el pensamiento computacional se plantea como una forma de desarrollar en los estudiantes procesos de pensamiento desde la perspectiva de la computación. Enfoque analítico para definir, analizar y resolver problemas. Por eso mismo, el pensamiento computacional es una habilidad cada vez más demandada en la sociedad. Los videojuegos educativos de algoritmos y estructuras de control pueden ser una manera de desarrollar esta habilidad en la educación básica, entreteniendo y motivando a los estudiantes. Pero muchas de estas herramientas lúdicas para aprender a programar no son tan intuitivas como para desarrollar el pensamiento computacional en niños pequeños (Da Silva, 2018).

Por su parte, en Latinoamérica, la mirada STEM+ (Bascopé Julio et al., 2024) respalda el proyecto, al privilegiar el aprendizaje situado y el reconocimiento del territorio (Gaibor

Bustamante et al., 2025), siendo el agua un eje perfecto. Pero la brecha digital continúa, por ejemplo, con una conectividad a internet en hogares rurales mucho menor que en urbanos (Universidad de Costa Rica (UCR), 2024). A pesar de esta restricción, la tecnología en escuelas de bajos recursos es determinante para mejorar las habilidades STEM y apoyar el desarrollo sostenible (Villarreal Aguilar & González Samudio 2025). Por eso, el modelo planteado, de aprendizaje activo y contextualizado, es una manera de fomentar las habilidades del siglo XXI en estos contextos (Aguayo et al., 2023).

No obstante, en Colombia la necesidad de la intervención es estadística. El 67.6% de las sedes educativas se ubican en zonas rurales (Javeriana, 2024), por lo que se deben dirigir los esfuerzos de innovación hacia estas zonas. La principal limitante es la brecha de conectividad crítica: solo el 22.7% de las sedes rurales cuentan con conectividad a internet, mientras que en las urbanas este porcentaje es del 90.8% (Colombia Aprende, 2022).

Estos números demuestran la necesidad de implementar herramientas fuertes y utilizables sin conexión, como la Micro:bit, para medir parámetros del agua. Además, considerando que el 45.5% de las sedes rurales solo ofrecen básica primaria (Javeriana, 2024), incidir en grado primero garantiza que las competencias STEM se desarrollen desde temprana edad en un punto de alta permanencia en el sistema educativo. El proyecto, por lo tanto, responde a la necesidad de llevar la innovación pedagógica al lugar que más lo necesita, superando la barrera de infraestructura con tecnología móvil y aprendizaje basado en problemas reales del entorno.

Dado a los planteamientos, en la Institución Educativa Rural El Hatillo, dadas a las observaciones del investigador posee bajo desarrollo de habilidades STEM (pensamiento crítico, resolución de problemas y pensamiento computacional) en estudiantes de grado primero. Esta ausencia se debe a que la forma de enseñanza es tradicional, descontextualizada de la realidad

del educando y desvinculada del uso de las tecnologías, lo que continúa ampliando la brecha educativa e impide que los niños interactúen críticamente con las problemáticas de su entorno rural.

Debido a esta problemática, se muestran las siguientes causas; dado que se trata de un constructo tripartito: pedagógico, tecnológico y educativo. En el contexto pedagógico-curricular, prevalece una orientación memorística y de transmisión de saberes teóricos. Así, se produce una total desconexión curricular, en la que disciplinas como las Ciencias o las Matemáticas se imparten aisladas de cualquier contexto, sin estar asociadas con problemas tangibles y significativos para los estudiantes, como el problema de las fuentes de agua locales que consumen diariamente.

La disociación entre las metodologías STEM/STEAM incide en el fomento del pensamiento crítico y la inquisitividad intelectual. En segundo lugar, tanto la infraestructura como el acceso a la tecnología representan obstáculos físicos. La Institución Educativa Rural El Hatillo, al igual que numerosas entidades educativas rurales, exhibe limitaciones en cuanto a conectividad que limitan el uso de recursos digitales. Este fenómeno se intensifica debido a la falta de herramientas prácticas y de bajo costo (como la Micro:bit o sensores) para la manipulación y recopilación de datos ambientales. Finalmente, la problemática persiste debido a la falta de formación pedagógica, dado que una considerable cantidad de educadores no cuentan con formación en el enfoque STEM y en la implementación de tecnologías para la formulación de estrategias pedagógicas empleando el entorno como un laboratorio.

Las consecuencias de la falta de intervención en esta circunstancia se evidencian tanto en el desarrollo individual del estudiante como en el bienestar de la comunidad. Desde una perspectiva individual, la repercusión inmediata se manifiesta en una disminución en la

motivación e interés hacia la Ciencia y la Tecnología, lo que se manifiesta en una disminución en el rendimiento académico y una carencia crítica en las competencias del siglo XXI. Los infantes se ven privados de la posibilidad de cultivar el pensamiento computacional y la habilidad para solucionar problemas reales, quedando su capacidad cognitiva restringida a la simple repetición de información.

Desde una perspectiva comunitaria y medioambiental, la insuficiente evolución de estas habilidades perpetúa la disparidad educativa con las áreas urbanas, restringiendo las futuras oportunidades de la población juvenil. Aún más esencial, al evolucionar sin las herramientas técnicas necesarias para supervisar y examinar el agua (como turbidez o temperatura) de su propio entorno, la comunidad adopta una actitud pasiva frente a los problemas ambientales de importancia vital. Esto conlleva un impacto socioeconómico insuficiente, dado que la comunidad se encuentra desprovista de capital humano con la habilidad para implementar la ciencia y la tecnología para optimizar su calidad de vida y administrar sus recursos hídricos de manera sostenible.

Por lo tanto, esta investigación se centra en explorar cómo una estrategia didáctica que combina la caracterización de fuentes hídricas locales con el uso de la Micro:bit puede impactar el desarrollo de las competencias STEM como la resolución de problemas, habilidades de programación y uso de la Micro:bit, aplicación del conocimiento científico, trabajo colaborativo y la comunicación de resultados en niños de la Institución Educativa rural El Hatillo que viven en contextos rurales con acceso limitado a agua potable.

También se busca mostrar aprendizajes en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas que emergen de esta experiencia, así como identificar los desafíos y oportunidades de implementar este tipo de enfoque pedagógico en entornos con recursos limitados. Los resultados

de esta investigación podrían ofrecer valiosas perspectivas para el diseño de intervenciones educativas que promuevan tanto el desarrollo de competencias STEM como la conciencia sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos en comunidades rurales.

Pregunta de investigación

El modelo pedagógico tiene que innovar para desarrollar destrezas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) como prácticas elementales para el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el pensamiento computacional, entre otros). Esta necesidad es aún mayor en contextos rurales, donde las desigualdades educativas y tecnológicas limitan el acceso de los estudiantes a experiencias significativas con la ciencia aplicada.

Esta investigación trata sobre la desigualdad en la Institución Educativa Rural El Hatillo, ya que el principal recurso de sus estudiantes es el entorno físico como lo es el agua, un "laboratorio" para aprender haciendo. Entre las principales barreras de acceso a estas competencias claves se encuentran prácticas pedagógicas tradicionales y falta de contextualización curricular.

Dado a los planteamientos descritos se desarrolla la siguiente interrogante: ¿Cómo se pueden desarrollar competencias STEM en estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo en contextos rurales mediante la aplicación de una estrategia didáctica haciendo uso de herramientas tecnológicas y la medición de algunos parámetros del agua como la turbidez y la temperatura?

A través de STEM+ contextualizado, una pedagogía innovadora de cuantificación de parámetros hídricos. Se usarán tecnologías móviles como la Micro:bit para convertir un problema local en un proyecto de ingeniería y ciencia como lo es la calidad del agua. Esta mirada

pragmática busca desarrollar desde temprana edad habilidades como el pensamiento computacional y el análisis de datos, pero también ciudadanos conscientes, capaces de proponer soluciones argumentadas para la sostenibilidad ambiental de su entorno.

Objetivos de investigación

Objetivo General

Desarrollar competencias STEM en estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo en contextos rurales mediante la aplicación de una estrategia didáctica haciendo uso de herramientas tecnológicas y la medición de algunos parámetros del agua como la turbidez y la temperatura.

Objetivos Específicos

Determinar el nivel inicial de competencias STEM en los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

Crear estrategia didáctica conformada por actividades que integren la medición de parámetros del agua como la turbidez y la temperatura haciendo uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit; bajo el desarrollo de competencias STEM en los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

Valorar el efecto de la estrategia didáctica en el desarrollo de competencias STEM de los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de abordar el desarrollo de competencias STEM en la educación, especialmente en contextos rurales con desafíos específicos como el acceso limitado al agua potable, se fundamenta en un estudio de factores identificados tanto a nivel internacional como en contextos nacional y local. A nivel global, organismos como la (UNESCO, 2017) han destacado la importancia de la educación STEM para el desarrollo sostenible, la innovación y la equidad social. La escasez de profesionales con sólidas competencias en estas áreas es una preocupación creciente a nivel mundial, lo que impulsa la necesidad de fomentar el interés y el desarrollo de estas habilidades desde las edades tempranas de la educación (Pokropek, 2024). En este sentido, la integración de problemáticas reales y relevantes para los estudiantes, como el acceso al agua, puede aumentar significativamente su compromiso y la pertinencia del aprendizaje STEM.

A nivel nacional, Colombia enfrenta retos en cuanto a la calidad y equidad de la educación, particularmente en las zonas rurales (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Los bajos resultados en pruebas estandarizadas y la brecha existente entre la educación urbana y rural evidencian la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras y contextualizadas que permitan a los estudiantes acceder al conocimiento de formas diferentes y que les ayude a una mayor apropiación de su contexto y de los contenidos necesarios para ayudar a generar soluciones aplicadas a sus realidades.

Estudios nacionales han resaltado la importancia de incorporar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas para mejorar el aprendizaje y reducir la brecha digital (Departamento de Planeación, 2020). Así mismo, investigaciones en didáctica de las ciencias han enfatizado la necesidad de vincular el aprendizaje científico con el entorno

local y las problemáticas sociales relevantes para los estudiantes, promoviendo así un aprendizaje significativo y la formación de ciudadanos críticos y participativos (Quintanilla Gatica & Adúriz-Bravo, 2006)

En el contexto local, las comunidades rurales del Corregimiento El Hatillo a menudo enfrentan desafíos significativos en cuanto al acceso al agua potable y la gestión de sus fuentes hídricas debido a factores que van desde la falta de información precisa sobre la calidad y disponibilidad del agua, así como la limitada participación de la comunidad en su monitoreo y protección, esto según información de la (Mesa Ambiental Barbosa, 2025).

Entonces, la implementación de una estrategia didáctica que involucre a los niños en la caracterización de sus propias fuentes hídricas no solo les permite desarrollar competencias científicas y tecnológicas de manera práctica, sino que también fomenta una mayor conciencia ambiental y genera un amplio sentido de responsabilidad hacia su entorno logrando que ellos se conviertan en promotores del conocimiento y empoderamiento por sus fuentes hídricas; y a la par con la integración de la Micro:bit como herramienta tecnológica en este proceso, se ofrece un potencial significativo para el desarrollo de competencias STEM, permitiendo que los niños se acerquen al mundo de la programación.

Su versatilidad y la facilidad de uso les permite a los niños usarla para construir y/o programar sensores que servirán para la medición de parámetros relevantes de la calidad del agua, como temperatura, o turbidez. Esta experiencia práctica no solo fortalece su comprensión de los conceptos científicos, sino también desarrolla habilidades de ingeniería al diseñar y construir los dispositivos, habilidades tecnológicas al programar la Micro:bit y habilidades matemáticas al analizar los datos recolectados (Román-González, 2016). Además, el trabajo colaborativo en torno a la resolución de un problema real como la caracterización de una fuente

hídrica fomenta el desarrollo de habilidades como la comunicación, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

En definitiva, esta investigación se justifica por la necesidad de proponer alternativas pedagógicas innovadoras y contextualizadas que contribuyan al desarrollo de competencias STEM en niños en contextos rurales, abordando al mismo tiempo problemáticas locales relevantes como el acceso al agua potable. La articulación de la caracterización de fuentes hídricas con el uso de la Micro:bit ofrece una oportunidad única para un aprendizaje significativo, práctico y pertinente, con el potencial de generar un impacto positivo tanto en el desarrollo educativo de los niños como en la conciencia y gestión de los recursos hídricos en sus comunidades.

INTRODUCCIÓN CAPÍTULO II

En este capítulo se presenta una revisión documental en la que se sistematiza y analizan las tendencias actuales, los vacíos de conocimiento y las posturas teóricas sobre el enfoque STEM, además de los diferentes estudios relacionados con el problema de investigación. Seguidamente se realiza una conceptualización sobre el enfoque STEM, competencias STEM desde la visión de diferentes autores, el uso de la Micro:bit en educación, las fuentes hídricas y la importancia del agua potable en los entornos escolares rurales. Finalmente se hace una exposición de los referentes teóricos que sustentan este trabajo.

ESTADO DEL ARTE

Para generar respuestas a la pregunta de investigación, se realizó un análisis de la bibliografía existente a nivel internacional, nacional y local, el cual permite examinar el encuentro entre Educación STEM, contextos rurales, caracterización de fuentes hídricas y el uso del microprocesador Micro:bit. Este análisis se realizó en diferentes fuentes de información como: repositorios de tesis de maestría y artículos científicos no mayores a 5 años en bases de datos como Scopus, ScienceDirect y motores de búsqueda como Google Scholar, entre otros, en los cuales se evidencia un creciente interés en utilizar tecnologías accesibles como la Micro:bit para desarrollar competencias STEM en estudiantes de contextos rurales, particularmente empleando problemáticas locales relacionadas con recursos hídricos como eje transversal.

Los proyectos documentados demuestran resultados prometedores en cuanto a generar motivación en los estudiantes, desarrollar habilidades para la resolución de problemas en su contexto, aunque persisten algunos desafíos que son significativos relacionados con la infraestructura, la capacitación docente pertinente y la sostenibilidad de las iniciativas. Además, se hace referencia a las relaciones conceptuales que se establecieron para la presente investigación, estableciendo un énfasis en los aportes teóricos que contribuyen a entender la brecha digital en contextos rurales y el potencial de la educación STEM, la Micro:bit como herramienta educativa, un vistazo a la Tecnología y estrategias basadas en Arduino y Micro:bit, Proyectos ambientales que tienen relación con la caracterización de fuentes hídricas y por último las estrategias didácticas.

La brecha digital en contextos rurales y el potencial de la Educación STEM

En tal sentido, debido a la brecha digital en contextos rurales y el potencial de la Educación STEM, la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) ha ganado relevancia global, sin embargo, su implementación enfrenta desafíos particulares en zonas rurales, como la falta de capacitación docente pertinente, el desconocimiento por parte de los docentes del enfoque STEM y su aplicabilidad en el aula y en los contextos.

Entonces, a medida que el mundo se vuelve más interconectado mediante la tecnología, se vuelve necesario que todos los niños desarrollen comprensión sobre codificación y el mundo digital. Pero, aunque la codificación ha ganado terreno en escuelas urbanas, su importancia para niños de contextos rurales frecuentemente se pasa por alto (Microbit.org, 2025). Esta brecha digital plantea un desafío significativo que requiere de la voluntad de varios actores para acercarla a sus mínimos, pero también se puede ver como una oportunidad para implementar estrategias educativas innovadoras que lleven a los estudiantes a proponer la resolución de problemáticas locales y a ampliar su perspectiva de cómo funciona el mundo y las oportunidades que existen cuando se accede a estas estrategias educativas; de allí que el acceso a tecnologías educativas en escuelas rurales es fundamental para cerrar esta brecha.

En este aspecto se destaca el trabajo de académicos de la Universidad de los Lagos en Chile (2024), quienes a través del proyecto *“Impulsando el Aprendizaje STEAM en las escuelas Rurales de Chiloé: Propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM”* demostraron que es posible llevar robótica y programación a escuelas rurales del archipiélago de Chiloé, permitiendo a los estudiantes aprender sin necesidad de conexión a internet. (Universidad de Los Lagos, 2024). Esa adaptación a las condiciones locales es esencial para el éxito de las iniciativas STEM en entornos con limitaciones de infraestructura tecnológica.

Micro:bit como Herramienta Educativa

En referencia al Micro: bit como herramienta educativa Parsons, (2022), en su artículo *Investigación del entorno del aula con computación física*. plantea la importancia de integrar pequeños dispositivos electrónicos como la Micro:bit que permite realizar monitores de variables en el entorno escolar, ya que este elemento tecnológico se está masificado en el mundo escolar.

A su vez, la Micro:bit es un pequeño dispositivo electrónico que contiene integrados algunos sensores que sirven para realizar mediciones de diferentes variables, pero que además se le pueden adaptar otros, que sirven para generar actividades o proyectos en donde los estudiantes de forma sencilla aprenden a programar y pueden recopilar datos para ser fácilmente compartidos por medio de las conexiones de radio y de bluetooth que poseen las Micro:bit.

Por su parte, Gaál, (2023), en el artículo *La introducción de Micro:bit en la escuela primaria, de la actividad desconectada a los programas*, menciona los beneficios del uso de Micro:bit no solo en el marco de la cultura digital, sino para integrarlos en las ciencias naturales y generar proyectos como la medición de variables fisicoquímicas como la temperatura, la humedad o la turbidez del agua, y así, con la ayuda de esta herramienta se puede generar más motivación de parte de los estudiantes por aprender y desarrollar competencias en las áreas STEM.

Por lo tanto, se considera muy relevante que en esta investigación se haga uso de esta herramienta que es fácil de manipular, de programar y de comprender por parte de los estudiantes y así, aprender de manera práctica el proceso de la decodificación y el uso de la programación en bloque para poner a funcionar un microprocesador y los sensores que este posee para la toma de datos de las diferentes variables fisicoquímicas a estudiar.

Tecnología y estrategias basadas en Arduino y Micro:bit

De igual modo, Álvarez Cano & Herrera Martínez (2021), en su estudio titulado, Procesos de pensamiento computacional mediante un de aula con micro bit, que fortalezca el desarrollo de competencias científicas en los y las estudiantes de grado cuarto (4°) y quinto (5°) de la básica primaria, argumentan que existe falta de habilidades científicas en estudiantes, quienes tienen dificultades en procesos donde se requiere plantear, analizar y resolver problemas.

Los estudiantes provienen en su mayoría de hogares disfuncionales, poco escolarizados, por lo que no existe acompañamiento en el proceso de aprendizaje por parte de las familias; zona rural donde el desplazamiento hasta la institución educativa es lejano, lo que genera que los estudiantes se desmotiven al realizar las actividades, muestran desgano, ausentismo, bajo nivel escolar y por ende bajos resultados en pruebas externas y sobre todo poca capacidad para desarrollar competencias que les permitan realizar procesos de pensamiento crítico.

Debido a ello, la investigación permitió integrar las fichas metodológicas con actividades de pensamiento computacional usando los Micro Bit en estudiantes de grado cuarto y quinto de la sede Santa Rosa de Lima de la Institución Educativa General Santander, usando la metodología y los materiales para aprender que el Ministerio de las TIC tiene para ofrecer; además, la profesora de ese curso adquirió habilidades para enseñar pensamiento computacional usando los recursos TIC con los que cuenta la sede.

Ahora bien, en relación con la tecnología y estrategias basadas en Arduino y Micro:bit, varios estudios en América Latina muestran que la integración de hardware libre impulsa habilidades STEM. Por ejemplo, Cano, (2022) en su estudio *Un enfoque metodológico para la enseñanza de habilidades STEM en América Latina a través de la robótica educativa para docentes* propone un enfoque metodológico para la formación de docentes en robótica educativa

que les permita desarrollar competencias STEM, con un enfoque de género. Utilizó Arduino ya que esto permite una introducción de conceptos de programación y electrónica, promoviendo el pensamiento crítico, resolución de problemas y creatividad, lo que lleva muy seguramente a que estos docentes mejoren la forma de llevar sus contenidos al aula, y por lo tanto esto detonaría en un mejoramiento de la calidad educativa en sus territorios.

De manera similar, Guerreño Salazar (2023) diseñó una aplicación basada en Arduino + software libre en un colegio rural, identificando mejorar en investigación, pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, comunicación y colaboración. “Los objetivos alcanzados permiten concluir que usar en el aula una aplicación favorece el desarrollo de competencias STEM”(p87), ya que se generó un impacto positivo al “favorecer al docente y a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje; esta aplicación le permitió al estudiante acceder a la temática del hardware y el software libre, de una manera sencilla y práctica”.

Otro ejemplo, Oviedo-Parra y Colmenero (2023), aplicaron aprendizaje basado en proyectos con Arduino en una escuela rural colombiana, constatando que esta estrategia mejora el trabajo en equipo y las competencias tecnológicas de los estudiantes, la resolución de problemas y el pensamiento computacional. De igual manera lograron evidenciar según los resultados una mejoría en la parte actitudinal de los estudiantes y generar mayor compromiso con su propio aprendizaje, aportando esto a que se reduzcan las brechas educativas.

Por consiguiente, en relación con los proyectos ambientales de caracterización de fuentes hídricas, varios trabajos han vinculado la enseñanza STEM con la caracterización de recursos hídricos locales. Por ejemplo, el prototipo descrito por Aragón Patino (2021), utilizó Arduino y sensores de pH y turbidez para monitorear la calidad del agua de una planta de abastecimiento escolar en Colombia, reforzando el aprendizaje en ciencias ambientales.

De modo análogo, Bogdan et al. (2023) desarrollaron un sistema IoT de bajo costo basado en Arduino UNO que mide temperatura, pH, sólido totales disueltos y turbidez en diversas fuentes hídricas de agua rural. Este prototipo permite medir y reporta la calidad del agua mediante un App móvil, mostrando que la mayoría de las fuentes monitoreadas son aptas para consumo, lo que fortalece la alfabetización hídrica comunitaria. Estas iniciativas demuestran que proyectos prácticos de monitoreo de agua involucran a los estudiantes en problemas reales (contaminación, salud pública) y desarrollan competencias científicas mediante métodos experimentales.

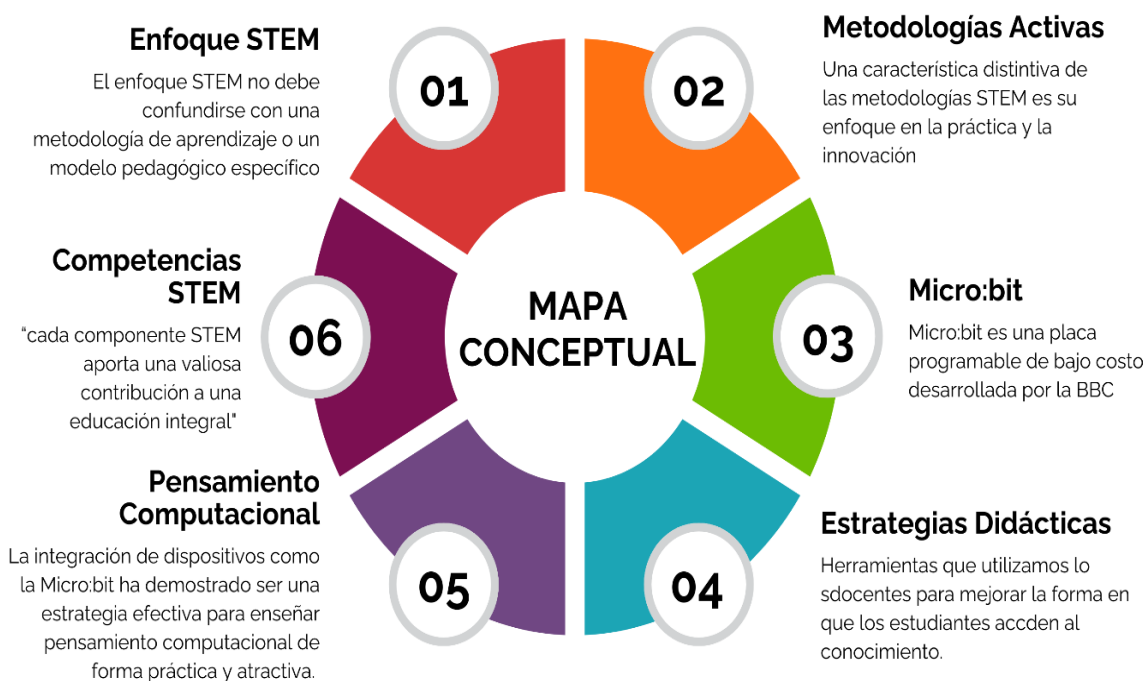
Así mismo, Condori-Tito et al. (2024) presentaron una “maceta automatizada” para educación infantil en Perú, que usa Arduino y sensores para regular riego y medir pH, promoviendo comprensión de procesos biológicos y cuidado ambiental. Aunque no enfocado exclusivamente en agua potable, este proyecto muestra la tendencia a usar sensores accesibles para conectar el currículo STEM con el medio ambiente. En suma, la inclusión de tareas de “Ciencias Ciudadana” (por ejemplo, evaluación participativa de la calidad del agua) emerge como estrategia pedagógica eficaz para desarrollar la curiosidad científica y competencias técnicas en entornos rurales.

MARCO CONCEPTUAL

En este apartado se hace referencia a las relaciones conceptuales que se establecen para la presente investigación, haciendo énfasis en los aportes teóricos que contribuyen a comprender que es el Enfoque STEM, competencias STEM, el pensamiento computacional como competencia y su integración con la Micro:bit, metodologías activas y el uso de las Micro:bit en contextos educativos para el uso en el análisis de parámetros del agua como la turbidez.

Figura 1

Marco Conceptual



Enfoque STEM

Citando a (Botero, 2018), el acrónimo STEM, que hace referencia a Science-Technology-Engineering-Mathematics (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), es una nueva forma

de ver la educación y representa una alternativa de preparar a nuestra juventud para el siglo XXI, y esta alternativa permite la integración del conocimiento por medio de metodologías activas, llevando a los estudiantes a pensarse su contexto, planteándose preguntas y buscando soluciones a problemáticas cercanas, llevándolos al desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Según Martín & Santaolalla (2020) “El enfoque -STEM se ha convertido en el protagonista de la innovación educativa. Para enfrentar los problemas complejos del mundo actual, la formación de las nuevas generaciones precisa de docentes capaces de diseñar proyectos que integren las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas”.

Así mismo Sanders (2009) describió la educación integrada en STEM un "enfoque que explora la enseñanza y el aprendizaje entre dos o más de las áreas temáticas STEM, y/o entre una materia STEM y una o más materias escolares" (p. 21). El autor sugiere que los resultados para el aprendizaje de al menos una de las otras materias STEM deben diseñarse deliberadamente en un curso, como un resultado de aprendizaje de matemáticas o ciencias en una clase de tecnología o ingeniería.

El enfoque STEM no debe confundirse con una metodología de aprendizaje o un modelo pedagógico específico, como aclara el Ministerio de Educación de Colombia (Colombia Aprende, s.f.). Constituye, más bien, una alternativa para inspirar la innovación educativa, la flexibilización curricular y la integración de diversos tipos de competencias. Su objetivo fundamental es entender las ciencias, matemáticas y tecnología de manera integrada y transversal, con un enfoque teórico aplicable posteriormente a la resolución práctica de

problemas, promoviendo el "aprendizaje desde la experiencia" y desarrollando la capacidad de "aprender a aprender" (Science Teaching, 2025).

Competencias STEM

Las competencias STEM se definen como "capacidades necesarias para alcanzar éxito en la carrera profesional" que permiten a los estudiantes obtener una "mejor comprensión de los contenidos relativos a la ciencia" (Blog U-ERRE, 2025). Estas son particularmente valoradas en el ámbito profesional contemporáneo porque capacitan a los individuos para utilizar sus facultades críticas y creativas en la resolución asertiva y satisfactoria de problemas. El enfoque educativo STEM promueve el desarrollo de estas competencias a través de experiencias de aprendizaje activo e integrado que conectan diversas áreas de conocimiento para enfrentar desafíos del contexto local y global.

Las competencias STEM no se limitan exclusivamente a conocimientos técnicos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, sino que integran habilidades blandas fundamentales. Como señala Study USA (2023), "cada componente STEM aporta una valiosa contribución a una educación integral" donde "la ciencia mejora la investigación y el pensamiento crítico", "la tecnología prepara para entornos de alta innovación", "la ingeniería desarrolla habilidades para resolver problemas" y "las matemáticas permiten analizar información, eliminar errores y tomar decisiones conscientes". Esta aproximación holística prepara a los estudiantes para transferir sus aprendizajes a nuevas situaciones y contextos relevantes.

Es importante destacar que el desarrollo de competencias STEM requiere el cultivo simultáneo de "destrezas tanto técnicas como blandas" que son promovidas a través de una

perspectiva crítica (Blog U-ERRE, 2025) Entre las habilidades socioemocionales que complementan la formación STEM se encuentran la comunicación efectiva, la empatía, la colaboración y el trabajo en equipo. Study USA (2023) afirma que "el enfoque STEM de la educación fomenta la creatividad y el pensamiento divergente junto con las disciplinas fundamentales", permitiendo que los estudiantes sean "libres de ejercitar lo que aprenden y aceptan los errores en un entorno libre de riesgos", desarrollando así profesionales capaces de transformar la sociedad.

Pensamiento computacional como competencia y su integración con la Micro:bit

El Pensamiento computacional se ha estado consolidando en los últimos años como una de las competencias esenciales del siglo XXI, debido a su capacidad para potenciar la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la creatividad en contextos educativos. No se trata pues únicamente de aprender a programar sino de adquirir habilidades cognitivas que permiten descomponer problemas complejos en partes más simples, reconocer patrones, diseñar algoritmos y desarrollar soluciones transferibles a diferentes ámbitos del conocimiento (Rodríguez, 2024). Este enfoque convierte al pensamiento computacional en un recurso transversal que, al integrarse en la escuela primaria, fortalece tanto el aprendizaje disciplinar como la capacidad de los estudiantes para desenvolverse en entornos tecnológicos y socialmente cambiantes.

De acuerdo con Camacho (2023), el desarrollo del pensamiento computacional en la escuela primaria es un proceso que debe planificarse de manera progresiva y articulada con las demás áreas del currículo, pues su finalidad no es formar programadores, sino ciudadanos capaces de pensar de manera crítica y resolver problemas de manera sistemática. En este

sentido, el pensamiento computacional se constituye como una competencia transversal que conecta con la matemática, las ciencias naturales y las ciencias sociales contribuyendo a la formación integral del estudiante. La revisión sistemática realizada por el autor muestra que múltiples programas en educación básica ya lo están incorporando como eje de innovación, evidenciando mejoras en el rendimiento académico y en la motivación hacia el aprendizaje.

La integración de dispositivos como la Micro:bit ha demostrado ser una estrategia efectiva para enseñar pensamiento computacional de forma práctica y atractiva. En un reciente estudio, Moreno-Navarro y Moriche (2024) destacan que el uso del dispositivo Micro:bit en proyectos de secundaria permitió a los estudiantes comprender conceptos abstractos de algoritmia y programación a través de actividades tangibles, como el diseño de prototipos interactivos. Estos autores evidencian que la Micro:bit no sólo facilita la apropiación de contenidos digitales, sino que también promueve la experimentación, el trabajo colaborativo y la resolución creativa de problemas, elementos fundamentales en la formación de competencias STEM.

En el mismo sentido, Castillo Reina (2024) desarrolló una secuencia didáctica basada en el uso de la micro:bit para potenciar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de primaria, demostrando que la estrategia permite trascender la simple programación por bloques y acercar a los niños a procesos de abstracción y diseño de soluciones tecnológicas. Su investigación aporta evidencia sobre cómo la Micro:bit puede ser utilizada no sólo como un recurso motivador, sino también como herramienta pedagógica que vincula la teoría con la práctica, fortaleciendo la comprensión de conceptos computacionales desde edades tempranas.

Por su parte, Alberto (2024) resalta que la programación con MakeCode y la Micro:bit permite a los estudiantes ejercitar competencias relacionadas con la descomposición de

problemas, la secuenciación y la algoritmia, al tiempo que desarrolla habilidades prácticas mediante la construcción de prototipos físicos. Estas experiencias son especialmente valiosas en contextos educativos donde se busca fomentar la cultura STEM ya que favorece escenarios en los cuales el aprendizaje deja de ser teórico y se convierte en la experiencia activa, experimental y situada.

La pertinencia de integrar el pensamiento computacional con herramientas como la Micro:bit también se justifica desde la perspectiva de competencias mínimas para la formación de los estudiantes. En este sentido, Payares García (2023) sostiene que es necesario definir estándares de pensamiento computacional en la educación básica y media, ya que constituyen un fundamento indispensable para la alfabetización digital y la inclusión en entornos académicos y laborales cada vez más mediados por la tecnología. Al adoptar estas competencias, las instituciones educativas pueden garantizar que los estudiantes no solo aprendan a utilizar tecnologías, sino que también comprendan los principios que las sustentan y las apliquen de manera crítica y responsable.

En síntesis, la literatura reciente demuestra que el pensamiento computacional es una competencia clave en la educación contemporánea, y que la incorporación de la micro:bit ofrece un medio eficaz para ser más operativo en la práctica pedagógica. Esta integración no solo fortalece el aprendizaje de los estudiantes en disciplinas STEM, sino que también promueve la creatividad, la experimentación y el trabajo colaborativo, competencias fundamentales para enfrentar los desafíos del siglo XXI. Por ello, en el marco de la presente investigación, se justifica la elección del pensamiento computacional como competencia central y de la Micro:bit como recurso tecnológico, articulando ambos elementos en el diseño de una estrategia didáctica

contextualizada en el uso de herramientas tecnológicas y la medición de parámetros del agua como la turbidez y la temperatura.

Metodologías activas para trabajar el enfoque STEM

Las metodologías pedagógicas para implementar el enfoque STEM se caracterizan por promover experiencias de aprendizaje activo donde los estudiantes aplican conocimientos interdisciplinarios para resolver problemas reales. La International Science Teaching Foundation (ISTF) recomienda específicamente "el Modelo de Enseñanza de las 5E del Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) como el más adecuado para hacer frente a los desafíos del marco interdisciplinario que apunta la educación STEM" (Science Teaching, 2025). Este modelo asegura aprendizajes duraderos, transferibles y funcionales para el alumnado, fundamentándose en cinco fases: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) constituye otra metodología ampliamente utilizada en el enfoque STEM, junto con la resolución de problemas y la gamificación. Según Domènech-Casal, (2018), "El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque metodológico que promueve el aprendizaje de los conceptos científicos mediante su instrumentalización en la resolución de un problema o elaboración de un producto.". Este marco pedagógico se distingue de la educación tradicional por proponer un "entorno de aprendizaje combinado" donde el objetivo se puede formular en dos acciones esenciales: "explorar y experimentar, permitiendo a los estudiantes ejercitar lo aprendido en contextos prácticos. En concordancia con Meneses Luna, (2023) "El aprendizaje basado en proyectos (ABP) emerge como una estrategia pedagógica fundamental en la educación STEM, destacando su papel crucial en la mejora del rendimiento académico y la comprensión de conceptos entre los estudiantes".

Una característica distintiva de las metodologías STEM es su enfoque en la práctica y la innovación, donde "los estudiantes aprenden de las tareas basadas en la investigación" (Study USA, 2023). Esta aproximación pedagógica no solo brinda comprensión conceptual, sino que fomenta activamente la aplicación del conocimiento en situaciones auténticas. Según Science Teaching (2025), el planteamiento de metodologías activas "desarrolla en el estudiante las habilidades necesarias para posibilitar la implementación de las herramientas y el conocimiento aprendido en clase a lo largo de su vida", contribuyendo simultáneamente a la reflexión sobre lo aprendido mediante procesos interactivos y multidireccionales que fortalecen la transferencia del aprendizaje.

Micro:bit

Micro:bit es una placa programable de bajo costo desarrollada por la BBC en colaboración con múltiples socios tecnológicos como Microsoft, Samsung y ARM, diseñada específicamente para la educación STEM. Desde su lanzamiento en 2016, este dispositivo se ha posicionado como una herramienta pedagógica significativa que facilita la implementación práctica del enfoque STEM, permitiendo a estudiantes sin experiencia previa adentrarse en los fundamentos de la programación y la electrónica a través de una interfaz accesible. Gibson y Bradley (2017) destacan que Micro:bit representa un puente efectivo entre el pensamiento computacional teórico y su aplicación tangible, facilitando la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias manipulativas que estimulan el aprendizaje significativo.

La arquitectura de Micro:bit incluye un procesador ARM Cortex-M0, sensores de movimiento, temperatura y luz, una matriz LED programable de 5x5, botones interactivos y conexiones Bluetooth y USB que facilitan su integración en diversos proyectos educativos.

Según Sentance y Waite (2018), esta versatilidad convierte a Micro:bit en un recurso ideal para implementar metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas en contextos STEM. Los estudios de estos investigadores demuestran que los estudiantes que utilizan Micro:bit desarrollan no solo competencias técnicas en programación y electrónica, sino también habilidades transversales como el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, alineándose perfectamente con los objetivos educativos del enfoque STEM.

Figura 2

Micro:bit



La comunidad educativa internacional ha adoptado Micro:bit como parte integral de sus programas STEM, respaldada por una extensa biblioteca de recursos pedagógicos y proyectos desarrollados por educadores de todo el mundo. Bocconi y Chiocciariello (2020) han documentado cómo la implementación de Micro:bit en diversos contextos educativos promueve un enfoque constructivista del aprendizaje, donde los estudiantes construyen activamente su conocimiento mediante la exploración, experimentación y resolución de desafíos prácticos. Esta aproximación pedagógica, facilitada por la naturaleza intuitiva y flexible del dispositivo, ha demostrado ser particularmente efectiva para despertar el interés de los estudiantes en carreras

STEM y para desarrollar las competencias interdisciplinarias necesarias en la sociedad digital contemporánea.

Estrategias didácticas

Toda propuesta investigativa que se desarrolle en un ambiente escolar debe tener unas estrategias didácticas que permitan la puesta en marcha de esta, generando unas actividades de las cuales saldrán los resultados para evaluar la efectividad y pertinencia de la investigación.

Dentro de las múltiples estrategias didácticas que se pueden emplear en educación STEM, en esta propuesta nos vamos a centrar en el Aprendizaje Basado en Problemas, que en palabras de Cobo y Valdivia (2017) definen que es “una metodología que se desarrolla de manera colaborativa, que enfrenta a los estudiantes a situaciones que los lleven a plantear propuestas ante determinada problemática”. Además, proporciona una experiencia de aprendizaje que involucra al estudiante en un proyecto complejo y significativo como indica Maldonado (2018).

Según lo señalado por Maldonado (2018), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) posee diversas características destacables. En primer lugar, permite la vinculación del entorno académico con textos reales a través del desarrollo de proyectos concretos. Asimismo, favorece en los estudiantes el fortalecimiento de competencias orientadas a la resolución de problemas del mundo real, lo cual incrementa su motivación por el aprendizaje. Finalmente, este enfoque demanda del docente un rol activo como orientador y facilitador del conocimiento, promoviendo en los estudiantes la curiosidad, el descubrimiento y la valoración del saber adquirido.

Citando a Sotomayor (2021), la ruta de Aprendizaje en la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos se puede detallar en la siguiente ilustración, en la cual podemos ver que

este enfoque se compone de cuatro etapas clave: Desafío, Investigación, Creación y Comunicación. A través de estas etapas, los estudiantes se involucran activamente en su proceso de aprendizaje, desarrollando competencias que le serán útiles en su vida académica y profesional.

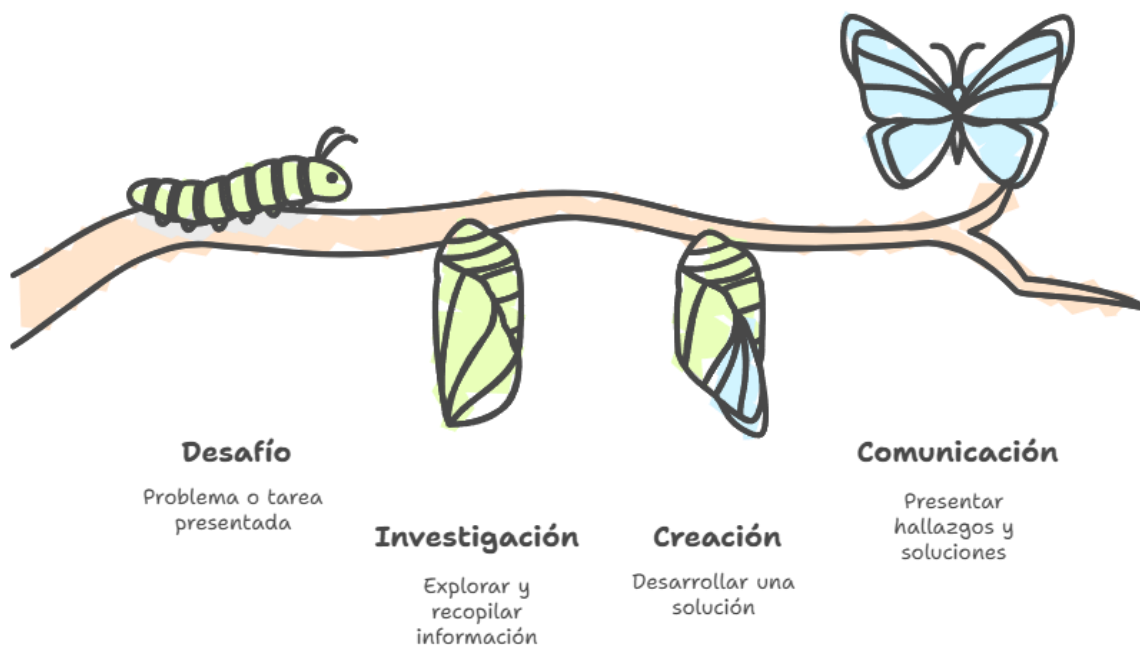
1. **Desafío:** En esta primera etapa, se presenta un problema o desafío que los estudiantes deben abordar. Este desafío debe ser relevante y significativo, motivando a los estudiantes a involucrarse en el proyecto. La identificación del desafío es importantísima, ya que establece el contexto y el norte del aprendizaje. Los estudiantes comienzan a formular preguntas y a definir los objetivos de su investigación.
2. **Investigación:** Una vez que se ha definido el desafío, los estudiantes pasan a la fase de investigación. Aquí se le anima a explorar diferentes fuentes de información, realizar entrevistas, encuestas y recopilar datos que les ayuden a comprender mejor el problema. Esta etapa es fundamental para que los estudiantes desarrollen competencias de pensamiento crítico y analítico, así como para fomentar la curiosidad y el aprendizaje autónomo.
3. **Creación:** Con la información recopilada, los estudiantes entran en la fase de creación. En esta etapa, debe aplicar lo que han aprendido para desarrollar una solución al desafío planteado. Esto puede incluir la elaboración de un producto, la creación de un prototipo, la realización de una presentación o cualquier otra forma que les permita expresar sus ideas y soluciones. La creatividad y la innovación son esenciales en esta fase, ya que los estudiantes deben pensar fuera de la caja para encontrar respuestas efectivas.

4. **Comunicación:** Finalmente, en la etapa de comunicación, los estudiantes presentan sus hallazgos y soluciones a un público. Esta presentación puede ser ante sus compañeros, profesore o incluso miembros de la comunidad. La comunicación efectiva es clave, ya que les permite compartir su trabajo y recibir retroalimentación. Además, esta etapa ayuda a los estudiantes a desarrollar competencias comunicativas, aprender a argumentar y defender sus ideas.

Figura 3

Ruta de Aprendizaje Basado en Proyectos

Ruta de Aprendizaje en la Estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos



Nota: Creación propia apoyada en Napkin AI

INTRODUCCIÓN CAPÍTULO III

En la actualidad el acceso al agua se ha convertido en un problema global que afecta de manera significativa a las poblaciones y en especial a poblaciones rurales donde por múltiples factores hay desabastecimiento del recurso hídrico. Es por ello que se hace necesario generar en los estudiantes procesos de pensamiento que los ayuden a tener posiciones frente a cuestiones de tipo ambiental, pero que también estén en la capacidad de indagar e investigar cómo hacer para que las fuentes hídricas cercanas a sus viviendas o lugares de estudio se puedan preservar y esto se logra a través del conocimiento que se tengan de estas y de la intervención que se pueda realizar empleando herramientas tecnológicas para la recolección de datos y poder tomar decisiones informadas y con carácter científico.

En este capítulo del marco metodológico se explica el proceso de la investigación, las herramientas utilizadas con el propósito de dar desarrollo a los objetivos de la investigación teniendo en cuenta los aspectos teóricos mencionados preliminarmente. Da cuenta de forma global del paradigma de investigación, el enfoque, tipo de estudio, Diseño y métodos, los criterios para la elección de la población de estudio, el proceso de recolección de datos, criterios de calidad y consideraciones éticas.

METODOLOGÍA

En este capítulo del marco metodológico se explica el proceso de la investigación, las herramientas utilizadas con el propósito de dar desarrollo a los objetivos de la investigación teniendo en cuenta los aspectos teóricos mencionados preliminarmente. Da cuenta de forma global del paradigma de investigación, el enfoque, tipo de estudio, diseño y métodos, los criterios

para la elección de la población de estudio, el proceso de recolección de datos, criterios de calidad y consideraciones éticas.

La investigación está enfocada en una metodología cuantitativa, su método es el estudio de casos de carácter exploratorio-descriptivo, se aplica a un grupo de estudiantes de edades entre los 6 a los 8 años, del grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

Paradigma

El presente estudio se enmarca dentro del paradigma sociocrítico, el cual busca no solo comprender una realidad educativa determinada, sino también transformarla mediante la reflexión, la acción y la participación activa de los sujetos involucrados. Este paradigma introduce la ideología de forma explícita y la autorreflexión crítica en los procesos del conocimiento. Su finalidad es la transformación de la estructura de las relaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas, partiendo de la acción reflexión de los integrantes de la comunidad.(Alvarado, 2018).

Desde esta perspectiva, la investigación se plantea como una estrategia de empoderamiento para docentes y estudiantes que enfrentan condiciones adversas, como el acceso limitado a tecnologías y a servicios básicos como el agua potable. En consecuencia, este paradigma resulta especialmente pertinente para el desarrollo de una estrategia pedagógica que combina la caracterización ambiental de fuentes hídricas con el uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit, en un contexto rural vulnerable.

Asimismo, el paradigma sociocrítico promueve una relación dialógica entre la teoría y la práctica, posibilitando una transformación tanto de las condiciones educativas como del pensamiento de los actores participantes. Días Barriga y Hernández Rojas (2002) describen al

paradigma sociocrítico como aquel que “asume la praxis educativa como un proceso de mediación entre la realidad social y el pensamiento” (p.85). Para estos autores, la teoría no es un cúmulo de afirmaciones abstractas, sino un instrumento crítico que se reelabora continuamente a partir de la interacción con el contexto y con los sujetos involucrados en el acto educativo.

En este proyecto, el conocimiento no se concibe como una verdad externa, sino como una construcción colectiva surgida de la interacción crítica entre los estudiantes, el entorno y la docente-investigadora, lo cual se materializa en el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y la investigación-acción. Complementariamente, Gimeno Sacristán (1996) señala que, en este paradigma, “la reflexión sobre la acción (teoría) y la acción misma no se sucede de modo lineal, sino que se enrolla en un proceso circular de reconstrucción continúa” (p142). De esta forma, el conocimiento teórico se prueba, refina y replantea mediante la práctica.

Este enfoque paradigmático se justifica además por el interés de esta investigación en generar conciencia ambiental y fortalecer el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la alfabetización tecnológica, en línea con los objetivos de la educación STEM (Bybee, 2010; Martín & Santaolalla, 2020). La estrategia propuesta no solo pretende evaluar resultados académicos, sino transformar la percepción y el rol de los estudiantes como agentes activos de cambio en su comunidad, cumpliendo así con los principios fundamentales del paradigma sociocrítico.

Enfoque

El diseño metodológico es mixto (cuantitativo-cualitativo), cuasiexperimental pretest-postest sin grupo control, paradigma de la Investigación-Acción Educativa. El elemento

cuantitativo es medir exactamente la estrategia pedagógica. A través de un pretest y un posttest validados, se comparan las notas para medir el cambio/mejora de las competencias STEM de los estudiantes. Este diseño cuasiexperimental puede establecer estadísticamente si la diferencia de medias entre la primera y segunda medición es estadísticamente significativa y que fue debido a la intervención pedagógica (Hernández Sampieri y Mendoza, 2018).

El abordaje cualitativo desde la Investigación-Acción educativa da la profundidad para interpretar los datos (Arias, 2020). Posibilita trascender la apariencia para indagar en las comprensiones, emociones, motivaciones y significados que lograron los estudiantes y profesores al manipular la medición de agua y el microprocesador. Con el monitoreo y registro permanente se evidencia la adaptación curricular y la pertinencia cultural y ambiental de la estrategia en el aula rural. Esta mezcla de datos objetivos (cuánto perfeccionaron) y subjetivos (cómo lo experimentaron) pinta un retrato completo del progreso de prácticas STEM.

Tipo de estudio

Esta investigación se inscribe en el tipo de estudio de caso educativo de carácter exploratorio-descriptivo. Se trata de una estrategia metodológica que permite indagar de forma intensiva y holística una unidad específica de análisis: un grupo de estudiantes de primaria de una institución rural, involucrados en una experiencia de aprendizaje interdisciplinar mediante herramientas tecnológicas aplicadas al análisis ambiental.

El estudio de caso permite observar cómo una estrategia pedagógica concreta se desarrolla en un entorno educativo real, tomando en cuenta las condiciones sociales, culturales, tecnológicas y pedagógicas que inciden en la experiencia de enseñanza-aprendizaje (Stake, 2005). Desde una perspectiva exploratoria, se busca identificar patrones, retos y oportunidades

que surgen en la implementación de dicha estrategia, mientras que la dimensión descriptiva se orienta a detallar y comprender las dinámicas de desarrollo de competencias STEM en los estudiantes participantes.

Diseño y métodos

El diseño metodológico responde a un enfoque de investigación-acción educativa, en tanto que la docente-investigadora no solo observa, sino que interviene activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el propósito de generar transformaciones concretas tanto en los estudiantes como en el entorno escolar. Este diseño parte de una secuencia cíclica de planificación, acción, observación y reflexión, lo cual permite una mejora continua de las estrategias pedagógicas implementadas (Kemmis, McTaggart & Nixon, 2014).

La investigación-acción es coherente con los objetivos del estudio, ya que promueve la participación activa de los actores educativos en la solución de problemáticas reales —en este caso, la escasa alfabetización científica y tecnológica en contextos rurales y la falta de conciencia sobre la gestión sostenible del agua— mediante el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta estrategia posibilita el diseño de experiencias auténticas de aprendizaje que vinculan la ciencia escolar con el entorno natural y social de los estudiantes.

Población

La investigación se lleva a cabo en el Institución Educativa Rural El Hatillo, esta institución es de carácter oficial y está ubicada en el Corregimiento El Hatillo del municipio de Barbosa, Antioquia, Su modelo pedagógico se basa en el Humanismo, su población estudiantil es

de aproximadamente 1010 estudiantes en 2 jornadas mañana y tarde, además de 6 sedes rurales anexas.

La investigación está enfocada en una metodología cualitativa, su método es el estudio de casos de carácter exploratorio-descriptivo, se aplica a un grupo de estudiantes de edades entre los 6 a los 8 años, del grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo.

Para la selección de los participantes en la investigación se tuvo en cuenta inicialmente un grupo primero de la institución, conformado por 34 estudiantes con edades entre los 6 y 8 años.

Los criterios de selección tenidos en cuenta para la selección del grupo para trabajar en campo, fueron diversos y se tuvieron en cuenta lo siguiente:

Tabla 1

Criterios de selección de la población

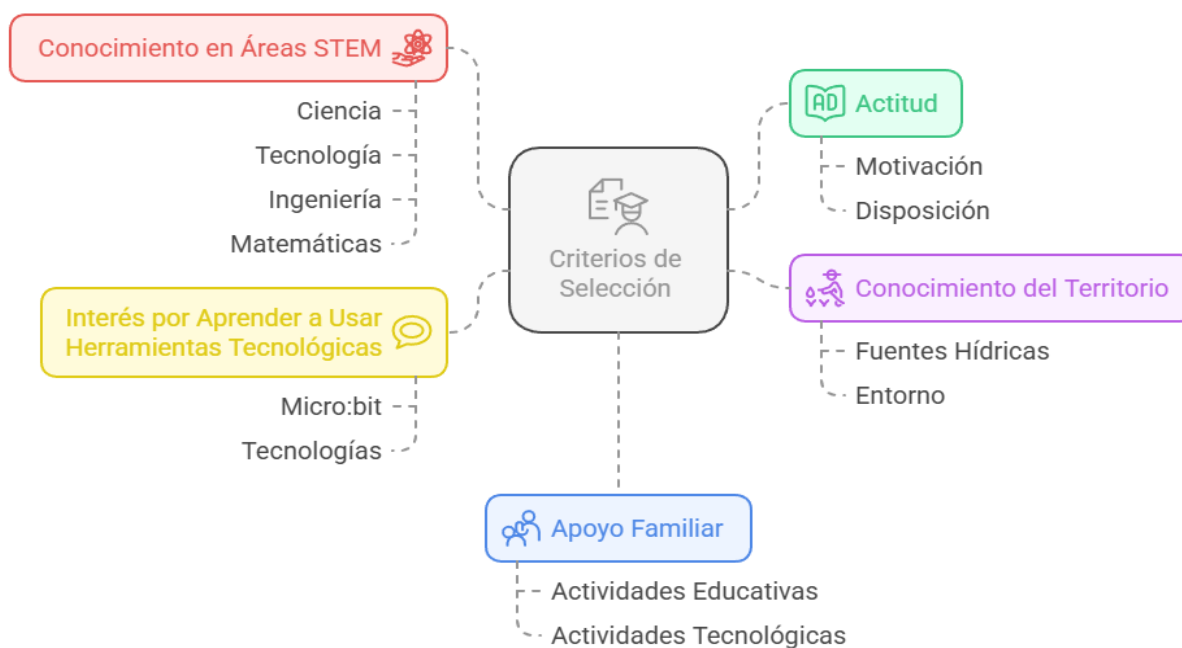
<i>Criterios de selección</i>		<i>Criterios de Exclusión</i>	<i>Criterios de Inclusión</i>
Conocimientos en áreas STEM	Ciencia	Gusto y motivación por estas áreas.	No tener gusto o motivación por estas áreas.
	Tecnología		
	Ingeniería		
	Matemáticas		
Actitud	Motivación	No le interesa	Le interesa
	Disposición		
Interés por aprender y usar herramientas tecnológicas	Micro:bit	No demuestra interés	Demuestra interés
	Sensores		
	Computador		
Conocimiento del territorio	Fuentes Hídricas	Es foráneo y no conoce	Es nativo del territorio y conoce
	Entorno		
Apoyo familiar	Actividades tecnológicas	El acudiente no firmó el consentimiento informado para	El acudiente firmó el consentimiento informado para

Actividades educativas	participar de la investigación.	participar de la investigación.
---------------------------	------------------------------------	------------------------------------

Nota: Creación propia

Figura 4

Criterios de selección de los participantes



Nota: Creación propia apoyada en Napkin AI

Fases

El procedimiento metodológico seguirá una secuencia sistemática inspirada en el ciclo de investigación-acción, estructurado en las siguientes etapas:

Tabla 2

Fases del procedimiento metodológico

<i>Etapas</i>	<i>Actividad</i>
---------------	------------------

1. Diagnóstico inicial

Identificación del nivel de conocimientos previos en STEM, la familiaridad con la tecnología y la percepción del entorno hídrico local por medio de un pretest.

2. Diseño de la estrategia pedagógica e implementación.

Planificación de sesiones didácticas integradas bajo el modelo de las 5E (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar), abordando conceptos científicos, programación básica y análisis de la calidad del agua. Actividades prácticas con sensores adaptados a la Micro:bit para la medición de parámetros fisicoquímicos del agua (pH, turbidez, temperatura),

3. Diseño de instrumentos de evaluación

Diseñar rúbricas cualitativas para medir pensamiento crítico, habilidades tecnológicas, trabajo en equipo, manejo de herramientas tecnológicas.

4. Recolección y análisis de datos

Uso de los instrumentos seleccionados para evaluar transformaciones cognitivas, actitudinales y procedimentales

5. Validación por expertos

Revisión de los instrumentos y actividades por docentes e investigadores en básica primaria y educación STEM.

6. Evaluación

Aplicación del postest similar al pretest.

Criterios de calidad

En la presente investigación se establecieron diversos criterios de calidad para garantizar la validez y confiabilidad de los instrumentos diseñados, así como la rigurosidad metodológica en la implementación de la estrategia didáctica.

Validez de contenido del cuestionario estructurado.

El cuestionario elaborado para evaluar competencias STEM en estudiantes de primer grado fue sometido a un proceso de validación de contenido mediante juicio de expertos para ello 3 especialistas en educación STEM y en didáctica las ciencias revisaron los ítems, valorando su pertinencia y coherencia de acuerdo con los lineamientos de Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008).

Confiabilidad interna cuestionario

Para evaluar la confiabilidad interna al cuestionario se aplicó el pretest al grupo de estudiantes objeto de estudio. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el coeficiente Alpha de Cronbach (α), estadístico que mide la homogeneidad de los ítems y la estabilidad del instrumento como conjunto (Oviedo & Campo-Arias, 2005).

Validación por de contenido de la estrategia didáctica

La validación de contenido constituye un procedimiento indispensable para garantizar la calidad y pertinencia a los instrumentos en la investigación educativa. Según Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008), este tipo de validación permite determinar el grado en que los ítems reflejan de manera adecuada los constructos que se pretende evaluar, mediante la valoración de un grupo de expertos con conocimientos en el área. En el presente estudio, se utilizó la técnica de juicio de expertos con el fin de asegurar que el instrumento diseñado respondiera de forma efectiva al objetivo de investigación y a las dimensiones teóricas establecidas.

Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta que este es un proyecto de investigación con enfoque mixto cuasi-experimental con diseño pretest-posttest sin grupo de control y se enmarca dentro de una metodología de investigación acción educativa, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. Este enfoque permite explorar no solo los aprendizajes conceptuales y procedimentales alcanzados, sino también las percepciones, emociones y significados construidos por los participantes a lo largo del proceso (Hernández-Sampieri et al., 2014) , y que se emplearán como herramientas de recolección de información: Cuestionarios ilustrados pretest y posttest, aplicación de la estrategia pedagógica, recopilación de producciones escritas y gráficas, observación y registro fotográfico. Se plantean los siguientes aspectos de consideraciones éticas de la investigación:

Este trabajo de investigación cumple con los lineamientos establecidos en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, en cuanto a normas científicas, técnicas y administrativas para proyectos con participación de seres humanos. En correspondencia con esta normativa, y dadas las características del estudio, se clasifica como una investigación de nivel de riesgo mínimo, dado que la información obtenida por medio de los diferentes instrumentos tendrá un manejo confidencial, por lo que los participantes no serán identificados en los documentos o publicaciones derivadas del estudio. La información obtenida será utilizada sólo con fines de esta investigación.

Para el proceso de recolección de datos se realizará el proceso de consentimiento y asentimiento informados, antes de cualquier participación. Este proceso será escrito según el instrumento utilizado, y contendrá información clara sobre los objetivos del estudio, los posibles

riesgos y beneficios, el derecho a retirarse en cualquier momento y la protección de los datos recolectados (Anexo 3 y 4). En el caso de encuestas en línea, se incorporará el consentimiento dentro del enlace digital, el cual debe ser aceptado expresamente por cada participante. Sólo podrán participar quienes luego de leer y comprender el consentimiento informado, acepten su participación.

Respecto al tratamiento de la información, se garantizará la confidencialidad, el anonimato y la protección de datos personales, en concordancia con la Ley 1581 de 2012 (Habeas Data), así como con los principios éticos universales establecidos en la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (UNESCO, 2005), especialmente los relacionados con el respeto por la privacidad, la no discriminación y el manejo ético de la información sensible.

Esta investigación aporta beneficios tanto para los participantes como para la comunidad académica y la sociedad. A los participantes les permitirá reflexionar o fortalecer su comprensión sobre El Desarrollo de competencias STEM, la caracterización de fuentes hídricas y el uso de herramientas tecnológicas de bajo costo (Micro:bit) para medir algunas variables fisicoquímicas del agua, y al conjunto de la sociedad, contribuirá con datos relevantes que pueden apoyar la toma de decisiones sobre la integración del enfoque STEM en la educación básica, contribuyendo a su visibilización en el municipio de Barbosa - Antioquia actualmente declarado Territorio STEM+. De esta manera, la propuesta se alinea con los esfuerzos locales por fortalecer los procesos pedagógicos mediante la implementación de enfoques innovadores que respondan a los desafíos educativos y ambientales del contexto.

Finalmente, se garantizará el cumplimiento de los principios de integridad científica, incluyendo la transparencia en la recolección y análisis de datos, la honestidad en la presentación

de resultados, la no manipulación ni falsificación de datos, y el respeto por la autoría y derechos de propiedad intelectual.

La investigación observará los principios éticos fundamentales que rigen los estudios en contextos educativos con población infantil. Se garantizará el consentimiento informado de padres o acudientes mediante un formato claro, y la participación voluntaria de los estudiantes.

Se respetará el anonimato y confidencialidad en el tratamiento de la información, y los datos serán utilizados exclusivamente con fines académicos. Además, se fomentará el uso ético de la tecnología y el respeto por el entorno natural, promoviendo una educación ambiental responsable. Las actividades están diseñadas para asegurar el bienestar físico y emocional de los estudiantes, evitando la sobrecarga o exposición a riesgos, además como lo mencionan (Santana, *et al*, 2023) la participación de los niños en investigaciones puede ser ventaja para ellos puesto que puede constituir un espacio real y genuino en donde ellos puedan ejercer sus derechos de participación social.

INTRODUCCIÓN CAPÍTULO IV

En este capítulo se detallan de forma gráfica los hallazgos en la investigación sobre el desarrollo de competencias STEM en estudiantes de contextos rurales a partir de la implementación de una estrategia didáctica haciendo uso de herramientas tecnológicas y la medición de algunos parámetros del agua.

Se realiza una caracterización sociodemográfica de la población participante de esta investigación, en la que podemos decir que son habitantes de una zona rural del municipio de Barbosa Antioquia, en edades entre los 6 y 8 años, que cursan el grado primero, de un estrato económico bajo, con padres que son empleados de empresas cercanas a la institución educativa. algunos de los niños participantes tienen condiciones que limitan su aprendizaje como son: Discapacidad Cognitiva, Oposicionista y sin diagnóstico (presuntivo); hay más cantidad de niños representados en un 56% de 34.

Seguidamente se realiza un análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes instrumentos para medir el logro de cada objetivo propuesto, obteniéndose unos resultados muy satisfactorios a la luz de las pruebas estadísticas realizadas a estos.

RESULTADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

La presente caracterización sociodemográfica corresponde a un grupo de 34 estudiantes del grado primero pertenecientes a la Institución Educativa Rural El Hatillo, ubicada en el municipio de Barbosa, Antioquia. Este análisis permite comprender el contexto social, familiar y educativo en el cual se implementó la estrategia didáctica de la presente investigación.

A continuación, se detalla el proceso metodológico seguido para la elaboración de las gráficas utilizadas en la caracterización sociodemográfica del grupo de estudiantes participantes en la presente investigación. Las gráficas permiten una visualización clara de aspectos clave como edad, género, condiciones de aprendizaje, nivel socioeconómico, acceso a la tecnología, participación familiar y problemas relacionados con el agua potable.

Definición del grupo de estudio

Se consideró un grupo de 34 estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo, ubicada en el municipio de Barbosa, Antioquia. La caracterización se realizó con base en los datos recolectados durante la fase de diagnóstico inicial y complementados con datos que ya se tenían del grupo y de las observaciones realizadas por la docente investigadora.

Datos utilizados

Los datos organizados corresponden a lo siguiente:

Tabla 3

Aspectos sociodemográficos

<i>Aspectos</i>	<i>Ítems</i>
-----------------	--------------

Edad	6, 7 y 8 años
Género	Niña y Niño
Condiciones de aprendizaje	Sin dificultades, Discapacidad Cognitiva, Oposicionista y sin diagnóstico (presuntivo).
Nivel socioeconómico	Bajo, Medio
Acceso a tecnología	Si, No
Participación familiar	Alta, Media y Baja
Problemas del acceso al agua potable	Si, No

Nota: *Creación propia*

Herramientas utilizadas

La visualización de los datos se realizó mediante el programa de hoja de cálculo Microsoft Excel para la generación de los gráficos estadísticos.

Edad

El análisis de la población estudiantil con la que se realiza la investigación muestra que entre los estudiantes sus edades están ente los 6 y 8 años, siendo 7 años la edad más frecuente.

Figura 5

Distribución por edades.

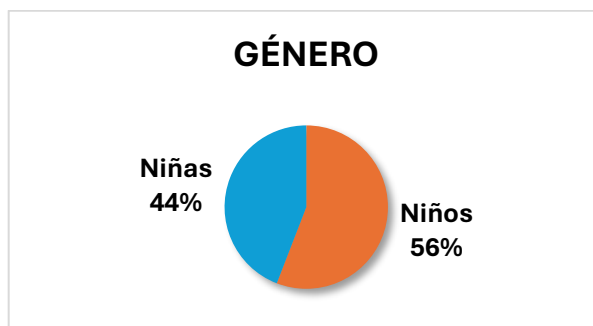


Género

El grupo está conformado por 19 niños (56%) y 15 niñas.(44%) lo cual podría ser interesante de analizar a la luz de los resultados de la intervención didáctica desde una perspectiva de brechas de género y cómo fue el desenvolvimiento de uno u otro género.

Figura 6

Porcentaje por género



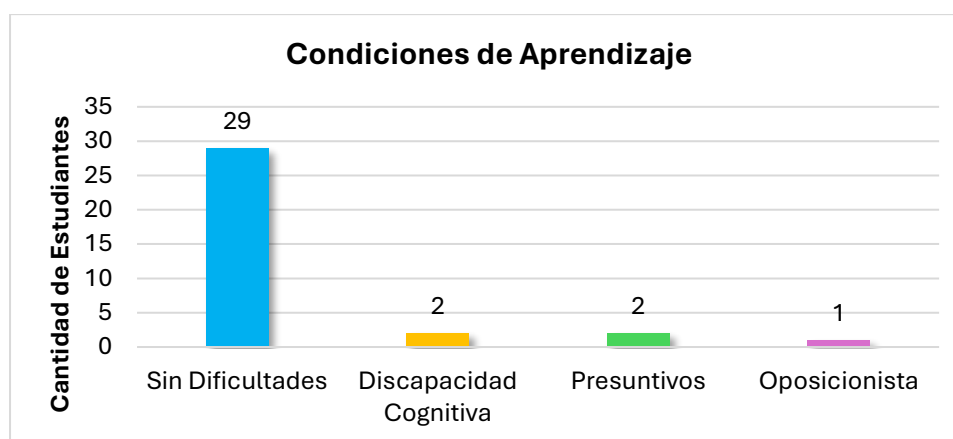
Condiciones de aprendizaje

Según el diagnóstico pedagógico y psicológico que realizan las docente de apoyo pedagógico de la institución y la docente orientadora escolar al iniciar este año escolar 2025 del grupo primero, este arrojó que la mayoría de los estudiantes no presentan dificultades de tipo académicas, comportamentales e intelectuales, si se lograron identificar algunos casos y otros los acudientes aportaron la documentación médica en donde están sus prediagnósticos (por la edad ,

aun no son diagnósticos), y se evidenció que hay 5 casos de estudiantes con necesidades educativas especiales, de ellos 2 estudiantes con discapacidad cognitiva, 1 con diagnóstico desafiante oposicionista y 2 sin diagnóstico definido (presuntivos) pero con dificultades observadas.

Figura 7

Condiciones de Aprendizaje

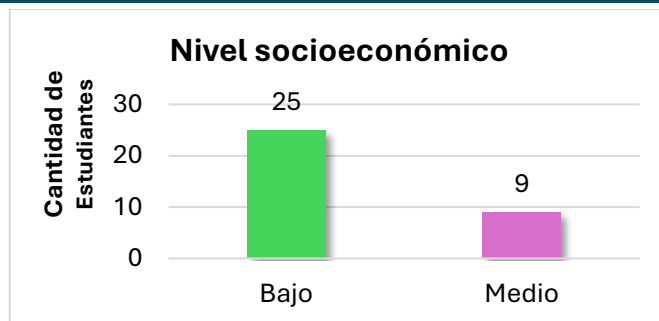


Nivel Socioeconómico

La población objeto de esta investigación son estudiantes pertenecientes a un nivel socioeconómico bajo y medio, presentándose muchos estudiantes migrantes, desplazados de las subregiones del Bajo Cauca y el Nordeste Antioqueño, además de estudiantes de diferentes zonas del país que llegan con sus familias al Corregimiento en búsqueda de empleo o vivienda por su cercanía con la capital antioqueña y la facilidad de transporte entre estos dos lugares o las oportunidades laborales que se le pueden presentar.

Figura 8

Nivel socioeconómico

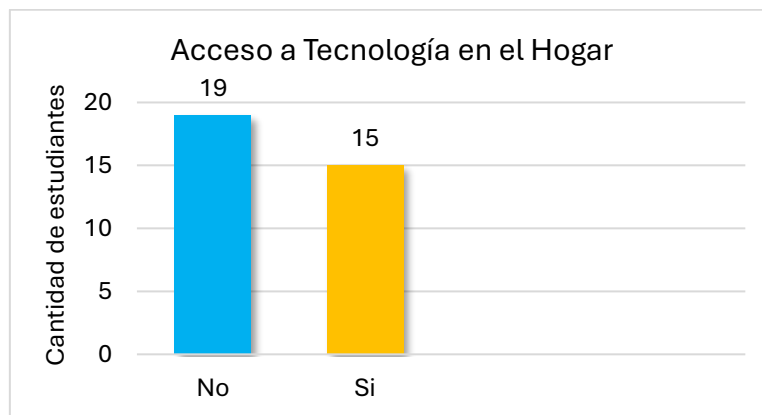


Acceso a la tecnología

Revisando los datos que se tienen del grupo se evidenció que solo 15 estudiantes tienen acceso a algún tipo de tecnología en casa sea un Smart Tv Celular, Tablet, Consola de video juego o computador, mientras que 19 no cuentan con dispositivos.

Figura 9

Acceso a la tecnología



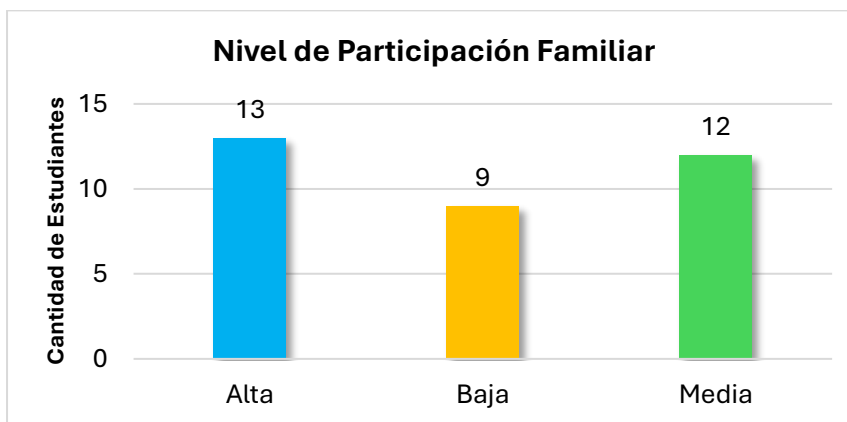
Participación Familiar

El nivel de participación de las familias en la formación de sus hijos es variado 13 estudiantes cuentan con alta participación de sus familias apoyándolos en su proceso formativo, asistiendo a las reuniones programadas, ayudándoles en las diferentes presentaciones deportivas o culturales, 10 estudiantes cuentan con un acompañamiento de nivel medio, estando presentes sus familias en el apoyo a algunos aspectos académicos; otros 12 estudiantes presentan baja

participación de sus familias en sus procesos formativos, estando ausentes casi en todas las reuniones programadas o en el apoyo para que sus hijos participen de eventos escolares.

Figura 10

Participación Familiar.

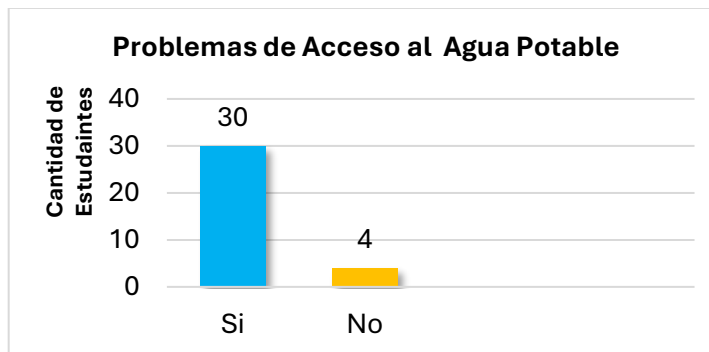


Problemas por Agua Potable

Se evidenció que la mayoría de las familias (88%), o sea 30 familias presentan problemas relacionados con el acceso a agua potable, lo cual refuerza la pertinencia de la estrategia pedagógica.

Figura 11

Acceso a agua potable.



Objetivo específico 1

En este objetivo 1 el cual busca determinar el nivel inicial de competencias STEM en los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo, se aplicó un pretest validado que contiene ítems con imágenes y opciones de respuestas visuales que evalúan conocimientos previos en ciencia y tecnología, reconocimiento de dispositivos como sensores y Micro:bit y la percepción del entorno hídrico local. El pretest fue aplicado a los 34 estudiantes participantes en la investigación.

La validación de este instrumento se llevó a cabo por medio de Juicio de expertos, por lo que se contactaron a docentes que han tenido experiencia en básica primaria y diferentes niveles educativos hasta el nivel universitario, además de tener conocimientos en ciencias y en la educación STEM.

El método estadístico seleccionado para el análisis cuantitativo del juicio de expertos en proceso de validación fue el coeficiente de validez del contenido de Hernández – Nieto (2002), Según Maldonado (2024), Este coeficiente se caracteriza por facilitar la evaluación del consenso entre jueces a partir de la implicación de entre 3 y 5 especialistas. El autor sugiere conservar los elementos que tengan un CVC mayor a 0,80.

Figura 12

Marco para calcular el Coeficiente de Validez de Contenido

	A	B	C	D	DD	DE	DF	DG
1								
2								
3								
4								
5								
6	Coefficiente de Validez de Contenido (Hernández-Nieto, 2002)							
7	Registro de puntuaciones							
8	Número de jueces		3					
9	Puntuación máxima posible		16					
10	por ítem							
11	Agregar nuevo juez		Eliminar juez		Calcular CVC para cada ítem		Limpiar hoja de registro	
12								
13								
14	Ítem	Juez 1	Juez 2	Juez 3				
15	1	15	14	14				
16	2	16	15	15				
17	3	16	16	16				
18	4	16	16	16				
19	5	16	14	14				
20	6	16	15	15				
21	7	16	16	16				
22	8	16	16	16				
23	9	16	16	16				
24	10	16	14	14				
25								

Nota: Macro descargado de <https://zenodo.org/records/12535411>

Figura 13

Hoja de resultados

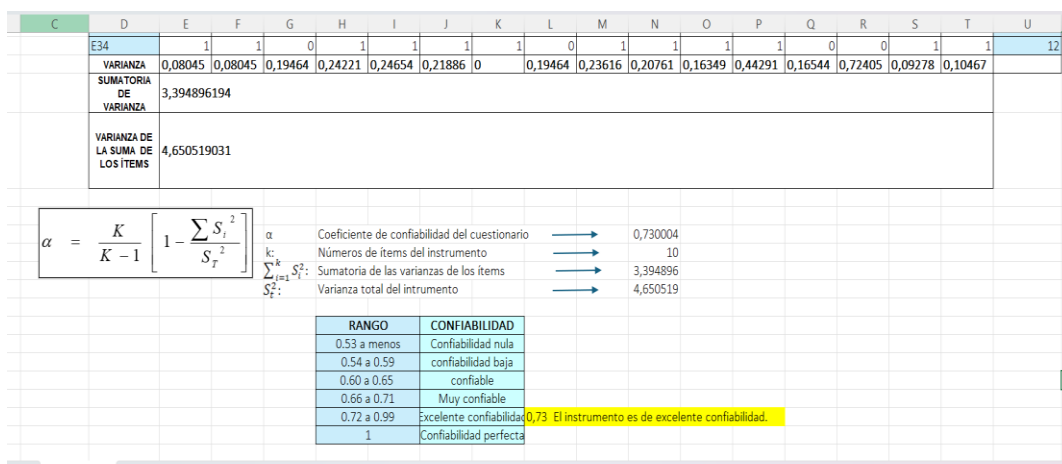
	A	B	C	D	E	F	G	XFD
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

El instrumento alcanzó un Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) total de 0,928 (Excelente). 7 ítems (70%) en “Excelente” ($\geq 0,90$) y 3 ítems (30%) en “Bueno/aceptable” (0,80-0,89). Ninguno por debajo de 0,80, por lo que el instrumento es apto y solo requiere ajustes menores en los ítems 1, 5 y 10.

Al cuestionario también se le aplicó el coeficiente Alpha de Cronbach (α). El valor obtenido de α se situó en un rango considerado **aceptable** ($\geq 0,70$) para instrumentos en ciencias sociales y educación, indicando que los ítems guardan coherencia interna y que el cuestionario es confiable para su aplicación en el estudio.

Figura 14

Confiabilidad

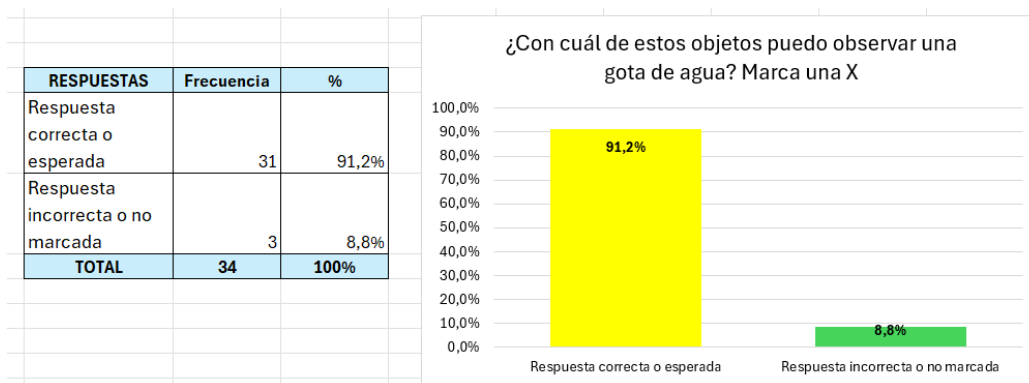


Resultados de la aplicación del pretest.

El pretest realizado contiene 10 preguntas que fueron agrupadas en Conocimientos STEM básicos, familiaridad con la tecnología y conocimiento del recurso hídrico.

Figura 15

Pregunta 1



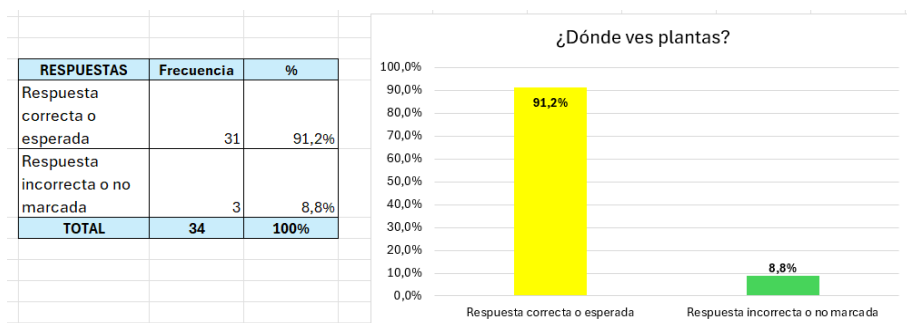
La pregunta evaluaba la capacidad de los estudiantes para identificar el objeto con el cual se puede observar una gota de agua. De un total de 34 estudiantes, 31(91.2%) marcaron la respuesta

correcta o esperada. 3(8,8%) respondieron de forma incorrecta o no marcaron ninguna opción. Podría decirse que el alto porcentaje de respuestas correctas refleja que la mayoría de los estudiantes poseen conocimientos previos adecuados en cuanto a la observación de fenómenos naturales mediante instrumentos básicos, lo cual constituye una fortaleza inicial en el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas. El 8,8% que respondió de forma incorrecta o no contestó, sugiere la existencia de un pequeño grupo que requiere refuerzo en el reconocimiento de instrumentos de observación, posiblemente por falta de atención, falta de familiaridad con los recursos, o dificultades en la comprensión de la pregunta.

La evidencia muestra que en la dimensión científica (observación y exploración del entorno), los estudiantes partes de un nivel alto de comprensión, esto asienta una base sólida para el diseño de actividades más complejas, donde se introduzcan nuevas herramientas tecnológicas como la Micro:bit y parámetros de mayor abstracción como turbidez y temperatura.

Figura 16

Pregunta 2



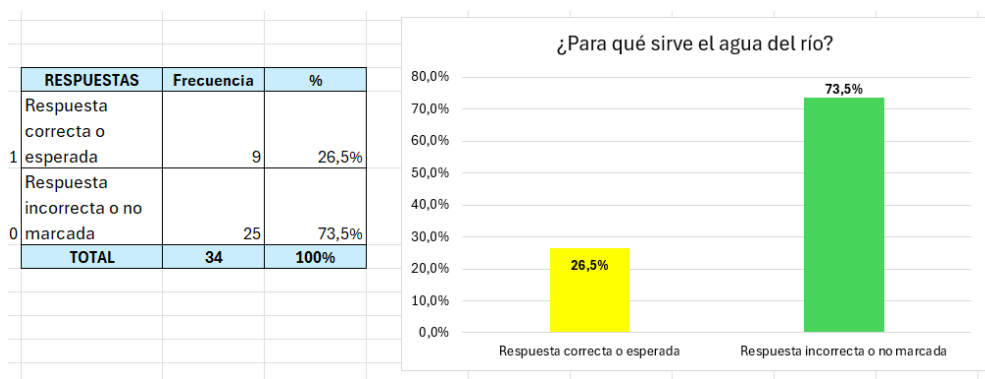
La pregunta buscaba identificar si los estudiantes reconocen correctamente el entorno en el que se encuentran las plantas. De los 34 estudiantes evaluados, 31(91,2%) marcaron la respuesta correcta o esperada, mientras que 3(8,8%) respondieron de manera incorrecta o no marcaron ninguna opción. Estos resultados indican que la mayoría de los estudiantes poseen un

reconocimiento básico y apropiado del entorno natural, lo que evidencia una comprensión inicial de la dimensión científica vinculada a la observación del medio ambiente, pero encontrarse con las bajas respuestas incorrectas, esto puede ser por confusión, falta de atención o tal vez asociado a alguno de los estudiantes que poseen alguna discapacidad de tipo cognitivo, lo que resalta la necesidad de reforzar estas nociones en las actividades en el aula.

Este hallazgo aporta evidencia para el diagnóstico del nivel inicial en competencias STEM. Se confirma que los estudiantes reconocen de manera sólida elementos básicos de su entorno natural, lo cual constituye una fortaleza para introducir actividades de mayor complejidad que integren la observación del medio ambiente con el uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit para medir variables relacionadas con el agua y las plantas.

Figura 17

Pregunta 3

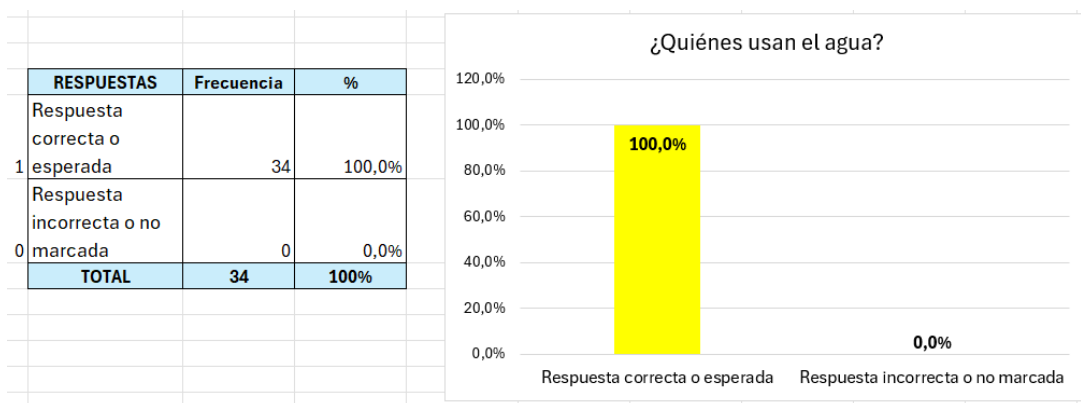


En esta pregunta se tenía la posibilidad de marcar más de una opción, la pregunta al ser analizada por los expertos tuvo algunas observaciones como por ejemplo “*Muy interesante, porque seguro muchos dirán que para nada, teniendo en cuenta el río*” Esto se refiere a que muchos de los niños participantes de la investigación habitan la ribera del Río Aburrá y este a su paso por El

Corregimiento El Hatillo tiene una alta carga de contaminantes y no es navegable ni se puede pescar en él.

Figura 18

Pregunta 4

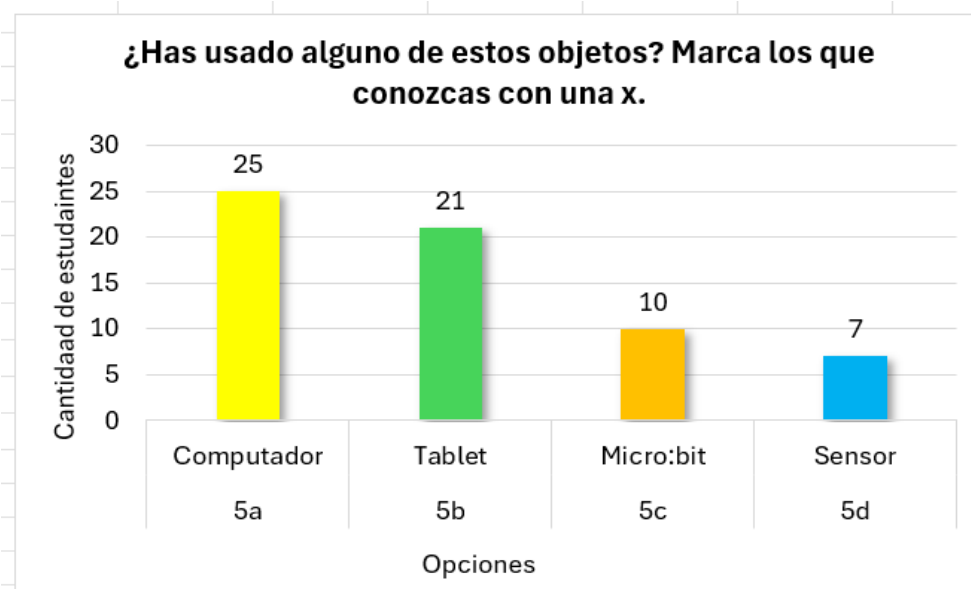


Una pregunta que a simple vista podría decirse que tiene la opción para marcar varias respuestas pero la idea era que los estudiantes pudieran relacionar en una sola de las imágenes esa respuesta y una de la validadoras hizo el siguiente aporte respecto a esta pregunta: *“dar lugar para que en el conversatorio ellos expresen ese otro sin fin de usos”*.

El grupo de preguntas 5, 6 y 7 va direccionada a obtener datos sobre que tanto los niños están familiarizados con la tecnología.

Figura 19

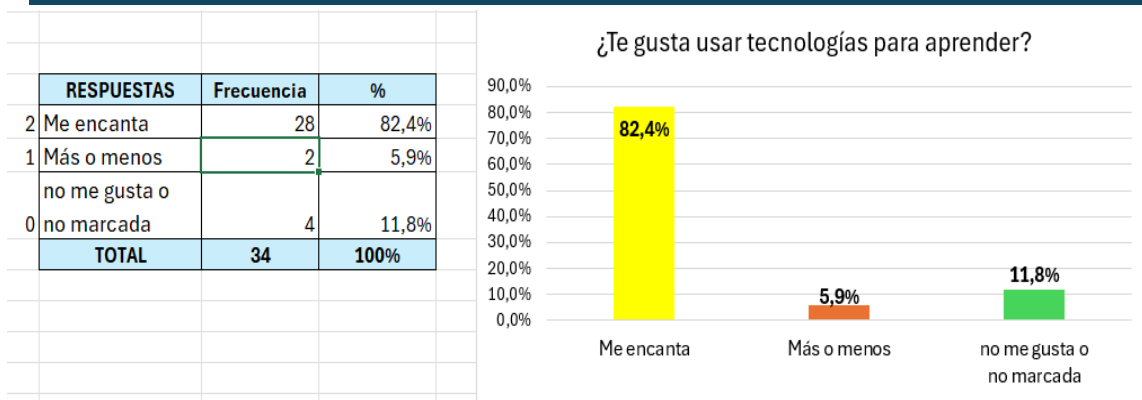
Pregunta 5



En esta pregunta, los resultados muestran que: 25 estudiantes reportaron haber usado el computador, 21 estudiantes señalaron la Tablet, 10 estudiantes reconocieron haber usado la Micro:bit y solo 7 estudiantes indicaron conocer o haber usado un sensor. Este resultado indica la familiaridad que tienen los estudiantes con dispositivos de uso común como el computador y la Tablet, el conocimiento y la experiencia con herramientas específicas para la experimentación STEM como la Micro:bit y los sensores son limitadas. Esto refleja una fortaleza en el acceso a tecnologías básicas y puede ser por la asistencia de los niños a la sala de informática de la institución, pero también una oportunidad de intervención para ampliar el horizonte tecnológico hacia dispositivos que potencien la exploración científica y la recolección de datos.

Figura 20

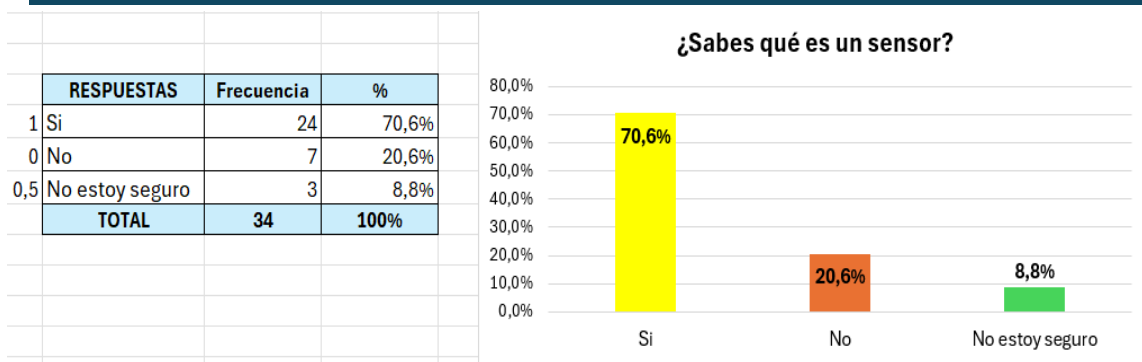
Pregunta 6



En esta pregunta, se encontró que: 28 estudiantes (82,4%) manifestaron que les encanta, 2 estudiantes (5,9%) respondieron “más o menos” y 4 estudiantes (11,8%) indicaron que no les gusta o no marcaron respuesta. Este resultado es altamente positivo, ya que evidencia una actitud favorable hacia la integración de la tecnología en los procesos de aprendizaje. Desde el enfoque STEM, este aspecto es crucial porque la motivación y la disposición a usar herramientas tecnológicas son la base para aprender haciendo, experimentar y resolver problemas con recursos digitales. La alta aceptación refuerza la viabilidad de implementar una estrategia didáctica mediada por la Micro:bit y sensores.

Figura 21

Pregunta 7



En esta pregunta las respuestas fueron: 24 estudiantes (70,6%) afirmaron si, 7 estudiantes (20, 6%) respondieron que no y 3(8,8%) manifestaron no estar seguros.

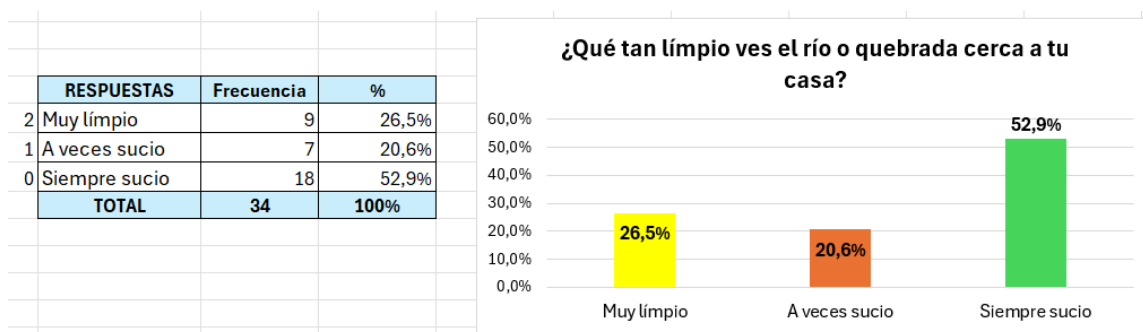
Este hallazgo resulta relevante ya que según lo observado en la aplicación del pretest los niños confundieron el “sensor” con la palabra y el concepto de “ascensor” y por ello el alto porcentaje en sus repuestas. Esto indica que es necesario fortalecer la comprensión sobre el concepto de sensor, su funcionamiento, aplicaciones y relación con la medición de variables ambientales, aspecto central de la estrategia didáctica STEM que se plantea.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que: los estudiantes poseen fortalezas en la dimensión tecnológica al reconocer y utilizar dispositivos comunes como computador y Tablet, pero que existe una limitación en la apropiación de herramientas específicas para STEM como la Micro:bit y los sensores, lo que justifica la necesidad de actividades didácticas orientadas a su uso. Además, la actitud positiva hacia la tecnología constituye un factor motivador clave para la implementación de la estrategia, favoreciendo la disposición al aprendizaje activo y experimental. Y en términos de competencias STEM, el diagnóstico inicial muestra un potencial de desarrollo en el encuentro ciencia-tecnología, donde el conocimiento básico sobre sensores debe ser ampliado mediante la experimentación.

Las siguientes son preguntas direccionadas desde la percepción que los estudiantes tiene del entorno hídrico, por eso son preguntas muy de su contexto, ya que la mayoría de los estudiantes viven cerca a una fuente hídrica que presenta altos índices de contaminación.

Figura 22

Pregunta 8

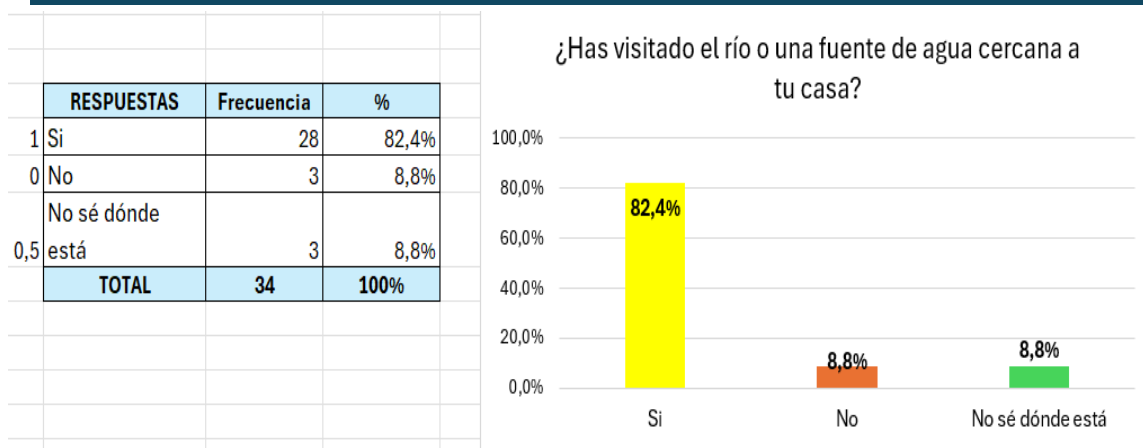


Es una respuesta esperada pero que sorprende el porcentaje de 26,5% responde que lo ve muy limpio, eso se puede deber a una mala lectura o tal vez respondieron la pregunta de forma rápida sin ningún análisis.

Ante esta pregunta, los resultados muestran que: 9 estudiantes (26,5%) consideran que el agua *es muy limpia*, 7 estudiantes (20,6%) la perciben *a veces sucia* y 18 estudiantes (52,9%) opinan que *siempre está sucia*. Estos datos evidencian que más de la mitad de los estudiantes reconoce la contaminación constante en las fuentes hídricas cercanas, lo cual refleja un contacto directo con problemáticas ambientales que afectan a su comunidad. Desde la perspectiva STEM, este reconocimiento constituye un punto de partida para formular preguntas de investigación y promover la indagación científica sobre la calidad del agua.

Figura 23

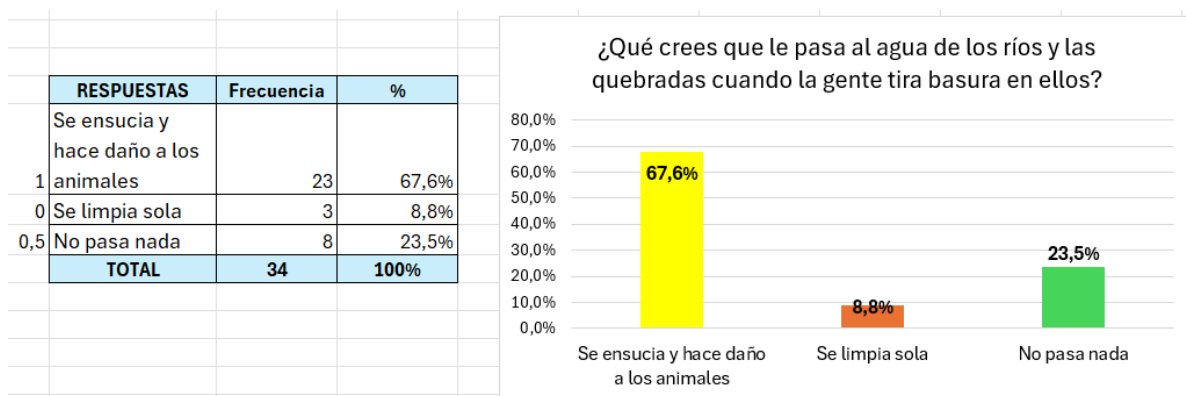
Pregunta 9



A la pregunta, los resultados fueron: 28 estudiantes (82.4%) respondieron que si, 3(8,8%) respondieron no y 3(8,8%) manifestaron no saber dónde está. Este hallazgo demuestra que la mayoría de los estudiantes tienen una experiencias vivencial con el recurso hídrico, lo que facilita la contextualización de actividades pedagógicas. En términos STEM, el contacto con el entorno brinda la posibilidad de articular la ciencias con la tecnología y la ingeniería, pues los niños pueden observar, medir y analizar fenómenos reales que forman parte de su cotidianidad.

Figura 24

Pregunta 10



Al momento de estar respondiendo esta pregunta los estudiantes discutían entre ellos frente que como el agua “se movía” entonces si tirábamos basuras en le rio este se limpiaba solo, pero

fue más frecuente la respuesta relacionada con que si se arroja basura al río este se ensucia y hace daño a los animales.

En esta pregunta , las respuestas fueron: 23 estudiantes (67,6%) afirmaron que *el agua se ensucia y hace daño a los animales*, 3 estudiantes (8,8%) respondieron *se limpia sola* y 8(23,5%) consideraron que *no pasa nada*.

Este resultado refleja que la mayoría de los estudiantes identifica claramente la relación causa-efecto entre la acción antrópica y la contaminación del agua, lo cual es un indicador positivo en el desarrollo de competencias científicas y ambientales. Sin embargo, el hecho de que un 32,3% sumando quienes creen que el agua se limpia sola o que no pasa nada tenga una percepción errónea revela la necesidad de fortalecer los procesos de pensamiento crítico y análisis de información ambiental desde edades tempranas.

Objetivo específico 2

En relación al objetivo 2, el cual fue crear estrategia didáctica conformada por actividades que integren la medición de parámetros del agua como la turbidez y la temperatura haciendo uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit; bajo el desarrollo de competencias STEM en los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo; articulada con mecanismos e instrumentos de evaluación coherentes, con el propósito de favorecer aprendizajes significativos y el desarrollo de competencias STEM en los estudiantes de grado primero.

En este objetivo se diseñaron las actividades de la estrategia didáctica que integren las mediciones de parámetros del agua como la turbidez y el uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit y sensores de turbidez, que contribuyan al desarrollo de competencias STEM como

el pensamiento computacional, la experimentación y la conciencia ambiental en estudiantes de grado primero de contextos rurales. La estrategia se diseñó para ser trabajada en seis sesiones de 120 minutos cada una teniendo en cuenta la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Modelo 5E, en donde se integran el uso de la Micro:bit y sensores para la medición de parámetros del agua como la turbidez. En estas actividades, los estudiantes recogen y analizan datos reales sobre la calidad del agua, fomentando la programación y el aprendizaje activo, además, ellos aprenden y aplican sus conocimientos desarrollando trabajo en equipo, resolviendo problemas y accediendo al manejo de herramientas tecnológicas, aprovechando que la Micro:bit es una herramienta accesible creada para el aula y que permite “conectar la programación con la vida cotidiana y con el entorno natural” de los estudiantes.

Al igual que con el pretest, la estrategia pedagógica fue validada por expertos, por lo que se contactaron a docentes que han tenido experiencia en básica primaria y diferentes niveles educativos hasta el nivel universitario, además de tener conocimientos en ciencias y en la Educación STEM. Los jueces evaluaron la estrategia considerando cuatro categorías: Enfoque STEM, Pensamiento computacional, Experimentación y Conciencia Ambiental, bajo los criterios de pertinencia y coherencia, además de la Viabilidad.

Los resultados reflejaron que la estrategia didáctica se ajusta de manera adecuada a los objetivos de investigación, es coherente con los lineamientos curriculares y responde al contexto rural donde se va a implementar. Dos de los evaluadores coincidieron en que podría ser oportuno el generar una guía cero sobre conceptos básicos de programación además el uso de actividades desconectadas para que a los niños se les hiciera más cómodo el comprender el concepto de programación y el uso de la Micro:bit.

Las observaciones realizadas por los expertos fueron clasificadas en categorías temáticas:

Enfoque STEM, Pensamiento computacional, Experimentación, Conciencia Ambiental, Instrumentos de recolección de información. en las cuales se preguntaba por la Coherencia, Pertinencia y Viabilidad de la estrategia didáctica.

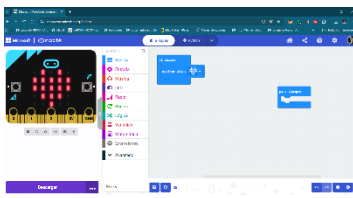
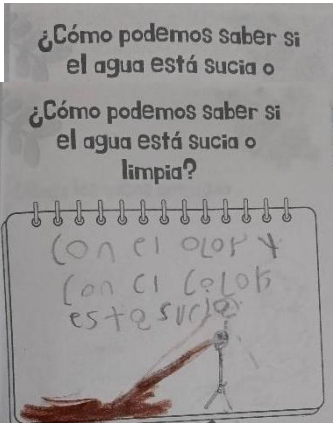
La implementación de la estrategia didáctica se llevó a cabo en varias sesiones de 120 minutos, en algunas ocasiones se llevó más tiempo ya que se hacían necesarias explicaciones extras a los estuantes teniendo en cuenta sus edades y que hay algunos con problemas de aprendizaje.

En las siguientes tablas 4, 5, 6,7, 8, 9 se puede observar qué actividades se desarrollaron en las clases durante la aplicación de la estrategia, sus evidencias y al finalizar de cada tabla están los resultados de los momento de esta estrategia.

Tabla 4

Sesión 1 Estrategia didáctica

SESIONES	ACTIVIDADES CLAVE	EVIDENCIA	ANÁLISIS
1 Enganchar	Se le presenta la Micro:bit a los estudiantes para que se familiaricen con ella y reconozcan cuáles son sus componentes externos, cuidados y manipulación. Se les muestra una Micro:bit funcionando,	 	De un total de 34 estudiantes, 20 se notaron interesados en aprende sobre el uso de la micro:bit, estuvieron atentos a las explicaciones sobre que era este dispositivo y que se podía hacer con este. Los otros 14 estudiantes fueron más cautelosos con lo que estabamos trabajando y optaron por estar sentados observando.

	haciendo uso de un código para programar que mostrara un rostro sonriente, un corazón, etc. A la vez se les plantean unas preguntas sencillas: <i>¿podríamos utilizar este dispositivo para saber cosas del agua?</i> En el diario del investigador, cada niños lo va a marcar, y va a intentar dar respuesta a la siguiente pregunta: <i>¿Cómo podemos saber si el agua está sucia o limpia?</i>	 	A las preguntas planteadas, la mayoría de los estudiantes dudan sobre si ese aparato les sirve para saber cosas del agua, algunos hasta dicen que es solo para juegos. En el diario del investigador que se les entrega se les explica que es un recurso para dibujar, escribir y tomar datos del agua y de lo que se haga con la micro:bit. En las fotos se muestran respuestas de algunos estudiantes sobre esta pregunta: <i>¿Cómo podemos saber si el agua está sucia o limpia?</i>, es importante tener en cuenta que algunos deciden dibujar sus respuestas, otros las realizaron de forma oral.
--	--	--	---

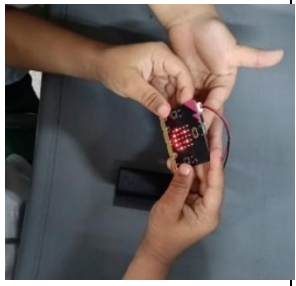
En esta primera sesión se realizó con los estudiantes un acercamiento a la Micro:bit, observamos algunos videos explicativos sobre ella, sus componentes, usos, y por último se les mostró como se puede programar la Micro:bit usando una plataforma llamada MakeCode® la cual nos permite generar en los estudiantes el aprendizaje de la informática y la programación de una forma que sea accesible y atractiva, utilizando bloques con los que cualquier persona puede crear juegos, proyectos o programar un hardware como la Micro:bit y así avanzar hacia la programación más avanzada, además nos permite desarrollar el Pensamiento Computacional por

medio del proyectos interactivos y adaptables a diferentes niveles en el aula y por ende ir trabajando el Enfoque STEM con los niños de primer grado, ayudando a que ellos vayan desarrollando habilidades y destrezas en el uso de herramientas tecnológicas y de vanguardia.

Además de recibir cada uno un cuadernillo que se llama “Diario del investigador” en donde realizaron algunas actividades relacionadas con la progresión del trabajo con la micro:bit y la medición de la turbidez, actividades como dibujos y textos cortos.

Tabla 5

Sesión 2 y 3 Estrategia didáctica

SESIONES	ACTIVIDADES CLAVE	EVIDENCIA
2 y 3 Explorar	En esta fase los estudiantes ya manipulan la Micro:bit y observan fenómenos básicos. Se les enseña a encender la Micro:bit y usar un programa simple: por ejemplo, al presionar el botón A que muestre la temperatura ambiente en la pantalla o en los LED. Así comprenden que la Micro:bit tiene sensores (sensor de temperatura interno). También se experimenta con el sensor de luz para que, al cubrirlo con la mano o luz ambiental, vea cómo cambia su lectura. También se realizan algunas tomas de muestra de agua del acueducto veredal y se observa simplemente su color.	   

	Vamos a la sala de Informática de la institución a aprender a programar la Micro:bit, reconociendo el entorno de la plataforma MakeCode®, los bloques más básicos para el uso de los niños y cómo programar algo sencillo y que sea visualmente llamativo para ellos.	
--	--	--

Durante estas sesiones los niños interactúan más con la Micro:bit, aprenden su manejo básico y comienzan a buscar la forma de dar respuestas a las preguntas relacionadas con el agua y la “suciedad”.

En el trabajo en la sala de informática se detalla que para la mayoría de los niños se les hizo muy fácil el uso de la plataforma MakeCode®, o al menos en el manejo de los bloques básicos que se van a necesitar más adelante para programar la Micro:bit y realizar mediciones de la Turbidez del agua; y esto se puede relacionar con el marco conceptual sobre las ventajas del uso de la Micro:bit con niños de primaria, donde plantea el autor que se facilita el trabajo debido a lo divertido que se le vuelve al estudiante y lo amigable de la plataforma.

Es importante también resaltar un aspecto clave en el Enfoque STEM y es que la mayoría de las niñas se interesaron de manera positiva por el uso de la herramienta tecnológica Micro:bit, brindando también su ayuda a otros compañeros que necesitaban explicación.

Tabla 6

Sesión 4 Estrategia didáctica

SESIONES	ACTIVIDADES CLAVE	EVIDENCIA
4 Explicar	En esta sesión se clarifican conceptos. ¿qué es una Micro:bit? ¿cómo es su funcionamiento interno? Se explica la acción de los sensores integrados de la Micro:bit . A la vez se introduce el concepto de turbidez: ¿Qué es y por qué nos importa en la calidad del agua? <u>Se puede definir la turbidez como la pérdida de transparencia del agua por partículas en suspensión.</u> En esta parte se le resalta a los estudiantes que estos parámetros son indicadores de calidad del agua (junto con la temperatura, pH, etc.), y que medirlos nos dice si el agua es apta o necesita tratamiento.	  

Durante estas clases los estudiantes van dibujando y escribiendo en sus “diarios” aspectos relacionados con la Micro:bit, y hacen dibujos sobre lo que van comprendiendo. Acá se puede observar que la mayoría de los estudiantes han captado fácilmente que es una Micro:bit, para que se usa y los posibles usos que le podrían dar, además de ir relacionando el concepto de Turbidez con suciedad o con la cantidad de luz que pasa a través del agua.

Tabla 7

Sesión 5 Estrategia didáctica

SESIONES	ACTIVIDADES CLAVE	EVIDENCIA
5 Elaborar	En equipos vamos diseñamos un turbidímetro casero para medir la turbidez de algunas muestras de agua del colegio y de los alrededores, vamos a utilizar cartón, tijeras, pegante, palillos, cinta. Además entre todos vamos a realizar la programación de la Micro:bit para poder visualizar los datos de cuánta luz pasa a través de las diferentes muestras de agua.	  

	Les pido <i>predecir</i> antes de medir: “¿Creen que el agua de lluvia será más turbia que la del grifo?” Luego hacen las mediciones y observan en el computador la gráfica que va surgiendo y ellos mismos deben sacar sus conclusiones según los números reportados. Luego, realizan las mediciones: usan el micro:bit con sensor o comparan visualmente, y confirman sus predicciones. Esta fase enfatiza la aplicación de conocimientos en nuevos contextos y el pensamiento crítico.	
--	---	---

La facilidad con que los estudiantes realizaron las mediciones y llegaban a conclusiones sobre la turbidez fue muy interesante, uno de ellos dice a la pregunta ¿qué está pasando con los números que registra la Micro:bit?, ¿que nos indican?: “*que el agua esta turbia...que tiene tierra...que tiene partículas de arenas y tierra...*” (E.22), denotando que comprende el concepto de turbidez desarrollado durante la implementación de la estrategia didáctica.

Tabla 8

Sesión 6 Estrategia didáctica

SESIONES	ACTIVIDADES CLAVE	EVIDENCIA
6 Evaluar	El manejo de la Micro:bit, la capacidad de formular preguntas, el registro de resultados o la expresión de ideas sencillas sobre el cuidado del agua.	

Instrumentos de evaluación de la estrategia didáctica

Para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica se realizaron varios instrumentos como la lista de cotejo, rubrica, diario del investigador.

Lista de cotejo

La lista de cotejo se seleccionó como instrumento de evaluación debido a que permite registrar de forma objetiva, sistemática y estructurada la presencia o ausencia de conductas observables en los estudiantes, en relación con los indicadores previamente definidos para las competencias STEM. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este tipo de instrumento facilita la recolección de datos en contextos educativos ya que se enfoca en hechos observables y verificables, reduciendo la subjetividad en la calificación.

En el marco de esta investigación, la lista de cotejo resulta pertinente porque los estudiantes del grado primero presentan un nivel de desarrollo cognitivo en el que predominan las manifestaciones prácticas y conductuales más que las explicaciones verbales complejas. De

esta manera, se privilegia la observación directa de acciones como el manejo de la Micro:bit, la capacidad de formular preguntas, el registro de resultados o la expresión de ideas sencillas sobre el cuidado del agua.

Así mismo, Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) señalan que la claridad y pertinencia de los indicadores son fundamentales para garantizar la validez de contenido de un instrumento, lo que se tuvo en cuenta en el diseño de esta lista al alinearla con los referentes curriculares nacionales (MEN, 2006; MN, 2016) y con los marcos internacionales de competencias STEM.

Para la toma de los datos la docente-investigadora realizó observación durante las actividades prácticas, esta lista se realizó durante todo el proceso de la implementación de la estrategia didáctica y tomó tiempo debido a la cantidad de estudiantes y a la complejidad para algunos de los trabajado en la competencia de pensamiento computacional. Los resultados generales se exponen en la tabla 9.

Tabla 9

Resultados generales por indicador

Dimensión	Indicador	Si	No	%Logro	Interpretación
Pensamiento Computacional	Sigue instrucciones básicas de programación en la Micro:bit	20	14	59%	En el pensamiento computacional con un 59% la mayoría de los estudiantes logra seguir instrucciones y usar la Micro:bit, pero todavía un 41% presenta dificultades, lo cual evidencia la necesidad de mayor
	Arma o modifica bloques de código simples en la Micro:bit	20	14	59%	práctica guiada y actividades de refuerzo.
	Utiliza la Micro:bit para medir la	20	14	59%	

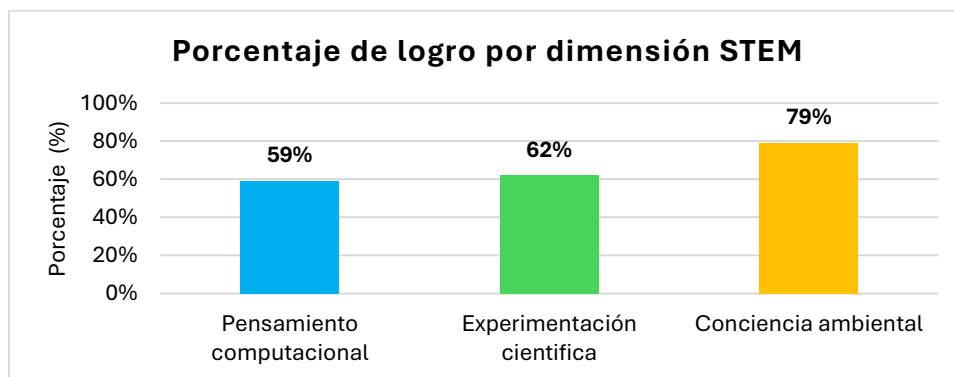
	temperatura del agua (con ayuda mínima)				
Experimentación	Observa y comenta la turbidez del agua (qué tan clara u oscura está) durante la actividad.	21	13	62%	En la experimentación científica (62%) los estudiantes mostraron interés por observar, registra y preguntar, con un logro de nivel medio. Pero, aunque la mayoría participó, cerca de un tercio de los estudiantes aún no logra expresar con claridad sus observaciones o generar preguntas espontáneas.
	Registra sus observaciones del experimento (por ejemplo, hace un dibujo o señala resultados sencillos).	21	13	62%	
	Formula preguntas o muestra curiosidad científica durante el experimento.	21	13	62%	
Conciencia ambiental	Maneja el agua y el dispositivo con cuidado, siguiendo las normas de seguridad (evita derrames, cuida la Micro:bit)	27	7	79%	La conciencia ambiental con un (79%) fue la dimensión más consolidada, debido a que la mayoría de los estudiantes reconoció la importancia de cuidar el agua y demostró manejo responsable de los materiales usados, tanto los sensores y la Micro:bit como los demás materiales. Esto sugiere que la estrategia tuvo un fuerte impacto en la sensibilización ambiental.
	Expresa con sus palabras por qué es importante el agua limpia	27	7	79%	

En estos resultados se observaron tendencias en cuanto a que existe un desempeño más alto en la conciencia ambiental, lo cual refleja que los niños interiorizan la importancia del recurso hídrico y la importancia de medir variables fisicoquímicas como la turbidez y así poder

tomar decisiones más claras frente al uso que le dan al agua sea para su consumo o su uso general.

Figura 25

Porcentaje de logro por dimensión STEM



Objetivo específico 3

Dado al objetivo 3, el cual se trató de valorar el efecto de la estrategia didáctica en el desarrollo de competencias STEM como el pensamiento computacional, la conciencia ambiental, la experimentación en los estudiantes en los estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo. Esto incluye la aplicación de un cuestionario Postest validado que guarda igual estructura que el pretest, para comparar resultados y ver la evolución individual y grupal. ambos contienen las mismas preguntas, en el mismo orden, esto con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos y determinar si hay mejora en el desarrollo de competencias como el pensamiento computacional, la conciencia ambiental y la experimentación

En los diagramas de barras se observan los totales obtenidos por cada estudiante en el pre y post test en una escala que va desde 1 hasta 18.

Figura 26

Resultados pretest

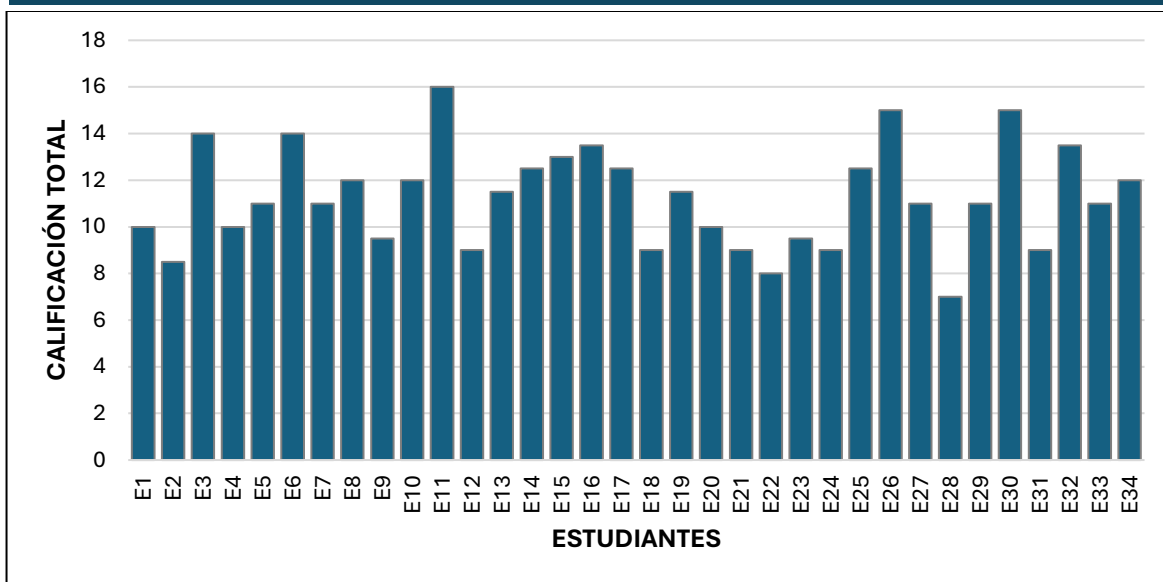
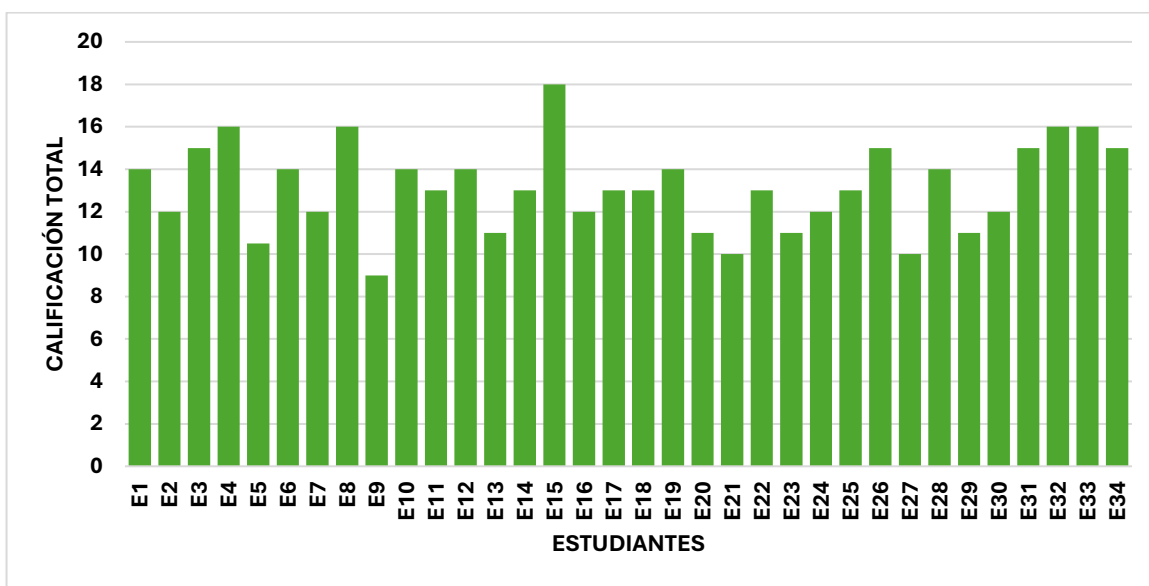


Figura 27

Resultados del posttest



Se aplicó estadística descriptiva para definir si los datos seguían o no una distribución normal, ya que esto es clave para determinar la prueba estadística adecuada paramétrica o no paramétrica y se obtuvieron los siguiente datos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Tabla 10

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

<i>Grupo</i>	<i>Estadístico W</i>	<i>Valor p</i>	<i>Conclusión</i>
Pre	0,9774	0,6885	Es normal ($p \geq 0.05$) no se rechaza la hipótesis nula de normalidad por ende los datos siguen una distribución normal.
Post	0,9758	0,6387	Es normal ($p \geq 0.05$) no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Los datos del posttest también siguen una distribución normal.

Figura 28

Distribución de puntuaciones: Pretest

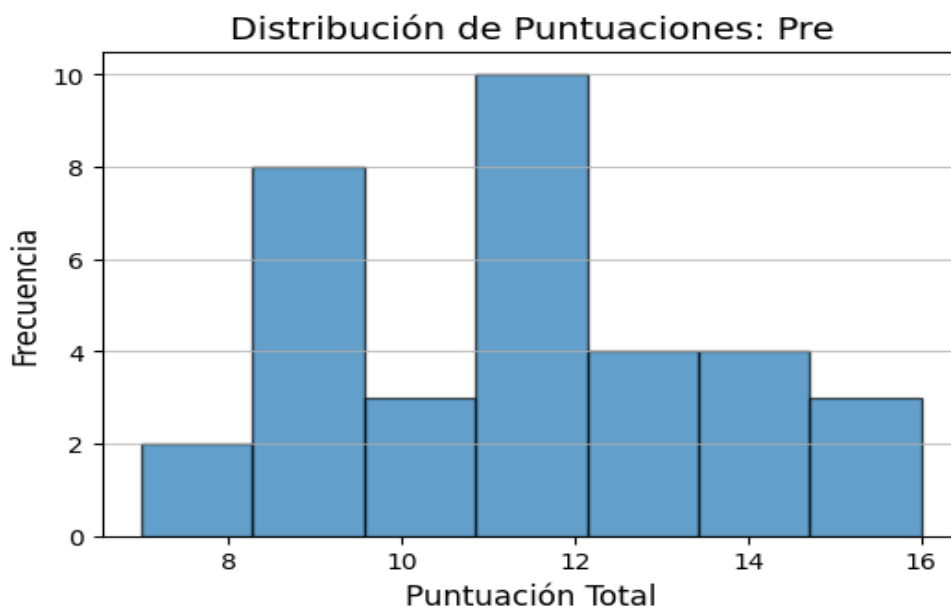
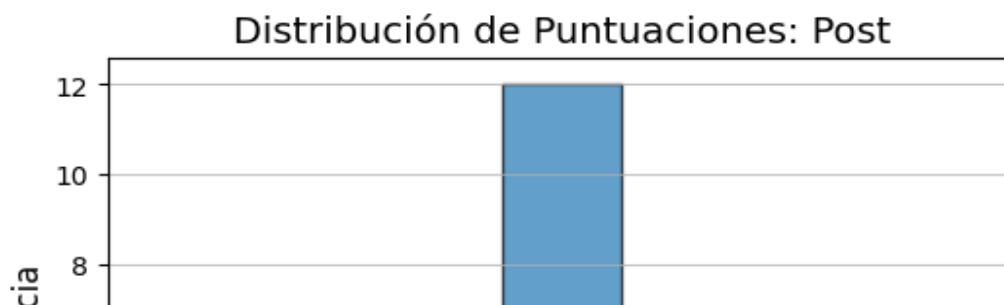


Figura 29

Distribución de puntuaciones: posttest



Como tanto el pre y el postest cumplen con el supuesto de normalidad, se le aplicó una prueba paramétrica para comparar los resultados, en este caso fue prueba t de muestras emparejadas y comprobar si la diferencia de medias es estadísticamente significativa.

Análisis de normalidad y descriptivos

En la tabla de estadísticos descriptivos se observa que tanto la prueba de entrada (pretest) como la prueba de salida (postest) fueron aplicadas a los mismos 34 estudiantes, sin datos ausentes, lo que garantiza la validez del análisis. En cuanto a la tendencia central, la medida del pretest fue de 11,26 con una desviación típica de 2,18, mientras que la del postest ascendió a 13,16 con una desviación típica de 2,08. Este incremento de aproximadamente 1,9 puntos en la media sugiere preliminarmente un efecto positivo de la estrategia didáctica implementada en el desarrollo de competencias STEM en el grupo de estudio.

Tabla 11

Estadísticos Descriptivos

Estadísticos Descriptivos	Prueba de entrada	Prueba de Salida
Válido	34	34
Ausente	0	0
Media	11,26	13,16
Desviación típica	2,189	2,084
Shapiro-Wilk	0,977	0,976
Valor P de Shapiro-Wilk	,689	,639
Mínimo	7,000	9,000
Máximo	16,00	18,00

En relación con la dispersión, se evidenció que la desviación típica en ambos momentos es cercana a 2, lo que indica homogeneidad en los puntajes y ausencia de valores atípicos extremos, corroborado por los rangos (mínimo 7-16 en el pretest y 9-18 en el postest).

Respecto a la distribución de los datos, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mostró valores de $p = 0,689$ para el pretest y $p = 0,639$ para el postest. Dado que en ambos casos $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo cual permite afirmar que los datos presentan una distribución aproximadamente normal. Según autores como Field (2018) y Hernández-Sampieri et al. (2014), la verificación de este supuesto es fundamental, ya que respalda el uso de pruebas paramétricas en el análisis de comparación de medias, en este caso la prueba t para muestras emparejadas, al tratarse de dos mediciones en el mismo grupo de estudiantes.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten avanzar al análisis inferencial mediante una prueba t de para muestras emparejadas, con el fin de establecer si la diferencia observada entre el pretest y el postest es estadísticamente significativa y, de esta manera, dar mayor solidez a la interpretación de que la estrategia didáctica favoreció el desarrollo de competencias STEM.

Análisis de la prueba t para muestras emparejadas

Tabla 12

Prueba t para muestras emparejadas

Contraste t para muestras emparejadas ▼

Contraste t para muestras emparejadas ▼

Medida 1	Medida 2	t	gl	p
Prueba de entrada	- Prueba de Salida	-4,261	33	< ,001

Nota. Contraste t de Student.

En la tabla se comparan los resultados de la prueba de entrada (pretest) y de la prueba de salida (postest). El estadístico t obtenido fue $t(33) = -4,261$, con un nivel de significancia

$p < 0,001$. Este valor de p es menor al umbral convencional de 0,05, lo que implica que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y se acepta que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas mediciones.

Tabla 13

Prueba t

<i>Métrica</i>	<i>Valor</i>
Media de puntuaciones 'Pre'	11,26
Media de puntuaciones 'Post'	13,16
Estadístico t	-4,2611
Valor p	0,0002
Conclusión	Diferencia significativa ($p < 0.05$) Hay una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). La puntuación media 'Post' es significativamente mayor que la 'Pre'.

La dirección negativa del estadístico t indica que la media de la prueba de salida fue significativamente mayor que la prueba de entrada, lo cual coincide con los valores descriptivos previamente reportados ($M_{\text{pretest}} = 11,26$; $M_{\text{posttest}} = 13,16$). Este aumento refleja que, tras la implementación de la estrategia didáctica, los estudiantes mejoraron de manera consistente su desempeño en las competencias evaluadas como el pensamiento computacional, la experimentación y la conciencia ambiental.

De acuerdo con Cohen (1988), un valor t con significancia alta sugiere un efecto real de la intervención más allá del azar, lo cual respalda la eficacia de la estrategia aplicada. Asimismo,

siguiendo a Hernández-Sampieri et.al. (2014), la prueba t de Student para muestras emparejadas es especialmente adecuada cuando se trabaja con un mismo grupo en dos momentos distintos, ya que permite aislar la influencia de variables externas y enfocar el análisis en el efecto del tratamiento pedagógico.

CAPÍTULO V DISCUSIONES

La propuesta de investigación fue pensada inicialmente para caracterizar fuentes hídricas usando para ello herramientas tecnológicas, pero durante el proceso de investigación se decidió por recurrir a la medición de algunas variables fisicoquímicas del agua tales como la turbidez, esto con el fin de que fuera más clara para trabajar con los niños y que su aprendizaje estuviera más direccionado a la adquisición de competencias como el pensamiento computacional en la programación en bloques.

La población a la que va dirigida esta investigación, estudiantes de grado primero de la Institución Educativa Rural El Hatillo, es altamente vulnerable y heterogénea, por lo cual una intervención STEM está justificada. El grupo está conformado por 34 estudiantes (19 niños y 15 niñas) cuyas edades oscilan en una edad modal de 7 años; un elemento demográfico característico es la migración y el desplazamiento desde algunas subregiones como el Bajo Cauca y el Nordeste Antioqueño, que causan bajo a mediano nivel socioeconómico e inclusión educativa.

A ello se añade que el colegio escolariza a 5 alumnos con necesidades educativas especiales (NEEs) asociadas a discapacidad intelectual y trastornos como el desafiante oposicionista, que requieren un enfoque pedagógico flexible e inclusivo. Además, existe la brecha digital: solo 15 estudiantes tienen algún tipo de dispositivo tecnológico en sus casas (Smart TV, celular o consola); 19 no tienen ningún tipo de dispositivo, corroborando la propuesta teórica de codificación en contextos rurales como oportunidad desperdiciada (Microbit.org, 2025). La investigación también revela la poca participación familiar en el proceso educativo de 12 estudiantes y, lo más preocupante, que el 88% de las familias no tienen acceso a agua potable, lo que refuerza la necesidad e importancia de la propuesta.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica (2021-2025) que muestra el creciente interés por combinar la Educación STEM con contextos rurales, hídricos y tecnologías de bajo costo como la Micro:bit. La evidencia indica que, a pesar de las restricciones infraestructurales y la falta de formación docente, se puede hacer robótica y programación en escuelas con conectividad limitada, como demostraron académicos en Chile (Universidad de Los Lagos, 2024).

Esta maleabilidad es la clave. La Micro:bit es una herramienta apropiada (Parsons, 2022; Gaál, 2023) por su facilidad de manipulación, programación y sensores integrados para medir variables fisicoquímicas como temperatura o turbidez del agua, reforzando la motivación y el pensamiento computacional (Álvarez Cano & Herrera Martínez, 2021). Ilustraciones latinoamericanos ratifican que el uso de hardware libre (Arduino y Micro:bit) despliega prácticas STEM, de resolución de problemas y habilidad actitudinal del estudiante (Cano, 2022; Guerrero Salazar, 2023; Oviedo-Parra y Colmenero, 2023).

En esa misma línea, hay proyectos que han combinado la educación STEM con el monitoreo de fuentes hídricas con sensores de bajo costo para medir la calidad del agua en proyectos de "Ciencia Ciudadana" para resolver problemas reales de salud pública (Aragón Patino, 2021; Bogdan et al., 2023). Para concluir, la estrategia pedagógica se ajusta a la evidencia científica de que manipular la Micro:bit para resolver el problema hídrico local puede reducir la brecha digital y mejorar las habilidades STEM en esta población vulnerable.

A su vez, en relación con los datos del pretest descubren un conocimiento científico antepuesto, ya que el 91.2% identificó una herramienta de investigación (microscopio/lupa gota de agua) y la misma proporción igualó el medio oriundo en el que vive. Esta cualidad de notar la naturaleza con vistas de lenguaje. Iniciativas ambientales documentadas, como las de Aragón

Patino (2021) y Bogdan et al. (2023), muestran que desde la caracterización de recursos hídricos locales se aprovecha este conocimiento experiencial para integrar ciencia, tecnología, ingeniería. La predisposición de los estudiantes ("les encanta" en un 82.4%) a usar tecnología también coincide con la teoría de que la motivación es fundamental para un aprendizaje activo-experimental y para que las propuestas STEM tengan éxito (Cano, 2022; Gaál, 2023).

Por consiguiente, el diagnóstico valida uno de los postulados teóricos esenciales de la investigación: la inequidad digital en zonas rurales trasciende la cuestión del acceso, y se correlaciona con una familiaridad insuficiente con herramientas STEM específicas. A pesar de que la utilización de aparatos convencionales (como el ordenador y la tableta) es notablemente alta, la experiencia con la Micro:bit (10 estudiantes) y los sensores (7 estudiantes) se encuentra considerablemente limitada.

Esta declaración respalda de manera integral la orientación del proyecto, puesto que la teoría postula que, aunque la codificación ha adquirido relevancia en el ámbito urbano, su pertinencia en el ámbito rural frecuentemente se desconoce (Microbit.org, 2025). La confusión existente entre los términos "sensor" y "ascensor" entre los estudiantes subraya la necesidad de abordar el pensamiento computacional y la tecnología de manera práctica y perceptible (Microbit.org, 2023). El corpus sabio protege esta petición, prevaleciendo la Micro:bit como un instrumento conveniente (Parsons, 2022; Gaál, 2023) dado a su habilidad de mando y codificación en unidad, dispositivos concluyentes para prevalecer la carencia de capacidades científicas y la complejidad para solucionar inconvenientes descubiertos en alumnos de nivel primario rural por Álvarez Cano & Herrera Martínez (2021).

Ahora bien, el hallazgo de que más de la mitad (52.9%) de los estudiantes percibe que las fuentes de agua "siempre están sucias", en contraposición al 32.3% que considera que el agua "se

limpia sola" o "no pasa nada" si tiran basura, evidencia en la práctica la necesidad de la estrategia pedagógica empleada. Esta forma dicotómica de ver las cosas muestra la necesidad de desarrollar el pensamiento crítico y la evaluación ambiental desde la experimentación.

La literatura científica avala la caracterización hídrica como eje transversal, ya que involucra a los estudiantes en problemáticas reales (contaminación, salud pública) y alfabetiza a la comunidad en asuntos hídricos (Bogdan et al., 2023; Aragón Patino, 2021). El proyecto transforma lo "sucio" que se siente con las manos en datos, la materia prima para habilidades STEM, de resolución de problemas y conciencia ambiental en un lugar donde el acceso a agua potable es un problema para el 88% de las familias.

Para finalizar, los hallazgos procedentes de la indagación estadística aprueban de modo fuerte la energía de la habilidad pedagógica STEM efectuada en la Institución Educativa Regional El Hatillo. Estos descubrimientos se forman completamente con la gramática que origina la aceptación de conjunto de técnicas asequibles y soluciones específicas en contextos rurales. La prueba t de muestras emparejadas demuestra que el incremento en las calificaciones académicas no es una consecuencia aleatoria, sino un efecto considerable de la intervención pedagógica implementada.

El hallazgo de mayor importancia reside en la discrepancia estadísticamente significativa entre la prueba inicial ($\bar{X}_{\text{pretest}} = 11.26$) y la prueba posterior ($\bar{X}_{\text{posttest}} = 13.16$), con un valor de $p < 0.001$. La hipótesis relativa a la efectividad de la estrategia pedagógica se corrobora mediante la prueba t. Este descubrimiento valida de forma explícita la literatura que avala el potencial de la Educación STEM y la Micro:bit para potenciar competencias. La implementación de iniciativas análogas en entidades educativas rurales (Guerrero Salazar, 2023; Oviedo-Parra y Colmenero, 2023) evidenció igualmente un impacto positivo en la resolución de problemas y el

razonamiento lógico. La evidencia empírica contenida en este estudio confirma que la adopción de una estrategia mediada por tecnología fomenta el progreso de las competencias STEM y la optimización de la calidad educativa.

La estrategia se basó en la cuantificación de parámetros hídricos, en particular la turbidez y la temperatura, una problemática identificada para el 88% de las unidades familiares en la jurisdicción correspondiente. La optimización de las habilidades STEM enfatiza la relevancia de integrar en el currículo cuestiones hídricas locales, en consonancia con las investigaciones realizadas por Aragón Patino (2021) y Bogdan et al. (2023), que utilizaron sensores para monitorear la calidad del agua, potenciando de este modo el aprendizaje en ciencias ambientales. A partir de pruebas que demuestran un progreso significativo en las habilidades evaluadas, el estudio postula que el eje del agua efectivamente instauró una conexión interdisciplinaria entre la ciencia y tecnología.

La efectividad de la intervención con Micro:bit en un contexto rural evidencia que la desigualdad digital puede ser interpretada como una oportunidad para la puesta en práctica de estrategias de vanguardia. El descubrimiento se encuentra en consonancia con la experiencia de la Universidad de Los Lagos en Chile (2024), que demostró la viabilidad de implementar robótica y programación en entidades educativas rurales sin la necesidad de una conexión a internet.

Adicionalmente, la estrategia se corrobora al permitir a los estudiantes ampliar su comprensión de la función de los sensores, un conocimiento que se encontraba limitado en el pretest. Este enfoque cumple con la exigencia planteada por Parsons (2022) de integrar la Micro:bit para simplificar a los estudiantes la ejecución de monitores de variables. En síntesis, la información estadística proporciona evidencias sólidas y cuantitativas que corroboran que la

estrategia pedagógica, que amalgama la instrucción STEM con la implementación práctica de Micro:bit y el monitoreo del agua, constituye una solución eficiente para el fomento de competencias en alumnos de primer grado de contextos rurales, superando las barreras de la brecha digital y la pedagogía tradicional.

CONCLUSIONES

Estrategia pedagógica utilizada en la Institución Educativa Rural El Hatillo, de vigilancia de agua por medio de microprocesadores, una solución pedagógica contextualizada para desarrollar habilidades STEM en estudiantes de primer grado. Y cobra mayor importancia por la vulnerabilidad y la diversidad del alumnado: migrante, insuficiencia socioeconómica, inclusión para alumnado con necesidades educativas especiales, brecha digital.

La significancia estadística confirmó la estrategia. La diferencia estadísticamente explicativa entre la nota de la prueba inicial y la final sugiere que la mejora en las competencias STEM no se debió al azar, sino que fue un efecto positivo de la intervención. Este resultado refuerza la idea de que la educación STEM contextualizada y el uso de tecnologías de bajo costo pueden cultivar habilidades como el pensamiento computacional, la resolución de problemas y la experimentación en entornos con limitaciones de infraestructura.

El éxito está en función de la realidad del educando. Con variables como la turbidez o la temperatura, el proyecto transformó un problema (la falta de acceso a agua segura que afecta al 88% de las familias) en un laboratorio. Los estudiantes, maestros del mundo, redujeron la distancia conceptual y tecnológica. Lo que aprendieron programando la Micro:bit y conectando sensores les permitió convertir una idea intuitiva de que el río estaba "sucio" en datos concretos. Y así fue como el aprendizaje se convirtió en una herramienta adecuada, apropiada y alfabetizadora en el agua.

La investigación también valida que la Micro:bit es una herramienta apropiada para la escuela rural del siglo XXI. Su facilidad de acceso, la forma de codificar por bloques y la independencia de conexión permanente a internet la hacen una herramienta potencial para codificar en comunidades low-tech. Esta capacidad es esencial para disminuir la brecha digital y

no perder la oportunidad de que niños de zonas rurales se sumerjan en la tecnología. Finalmente, la estrategia pedagógica alcanzó su objetivo al proporcionar a los estudiantes de la Institución Educativa Rural El Hatillo las herramientas científicas y tecnológicas para analizar su entorno y convertirse en agentes de cambio en la resolución de problemas ambientales que impactan en su calidad de vida.

RECOMENDACIONES

Se propone integrar la Micro:bit y los sensores en el currículo de las primeras etapas, creando un laboratorio portátil y accesible de bajo coste (tipo Caja STEM Rural). Y esto es clave para asegurar la accesibilidad tecnológica a pesar de la brecha de conectividad y que el aprendizaje práctico y la programación sean una constante para todos los estudiantes. Además, crear más módulos didácticos usando la medida del agua para investigar otros problemas ambientales locales (calidad del suelo, biodiversidad, etc.) y hacer la educación STEM relevante al lugar.

Apuesta por la capacitación continua de maestros de primaria en metodología STEM con hardware libre y metodologías de Investigación-Acción Educativa. Esta capacitación desarrollará competencias en la diversidad del aula (alumnos con necesidades educativas especiales), integrando la tecnología para resolver problemas contextualizados, dejando atrás el desconocimiento del enfoque STEM.

Por último, promover la Ciencia Ciudadana abriendo la ciencia a la ciudadanía. Establecer pequeños talleres donde los niños instruyan a sus familiares en el uso de los sensores para realizar controles periódicos del agua en sus hogares o fuentes cercanas. Estrategia que hace a los estudiantes agentes de cambio y utiliza el proyecto para atraer a las familias poco participativas, generando información y conciencia ambiental que trasciende el aula y aborda el problema desde la raíz: el acceso al agua potable. Además, documentar y difundir la estrategia explícitamente para que pueda ser replicada en otras escuelas rurales de la región.

REFERENCIAS

- Alvarado, L., & García, M. (2008). *Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas*. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, 9(2), 187-202.
- Álvarez Cano & Herrera Martínez (2021). Procesos de pensamiento computacional mediante un de aula con micro bit, que fortalezca el desarrollo de competencias científicas en los y las estudiantes de grado cuarto (4º) y quinto (5º) de la básica primaria. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería con especialidad en Tecnologías de información para Educación en la Universidad de Santander. San Juan Bautista de Guacari.
- Arguello-Guevara, J. (2025). El Método STEM como Recurso Pedagógico de Innovación Curricular para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Comunidades Educativas de Contexto Vulnerable. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 18(1), 278-290.
<https://doi.org/10.37843/rtd.v18i1.611>
- Banco Mundial. (2022). Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/overview>
- Bascopé Julio, M.; Ibaceta Guerra, N. & Ruiz, S. (2024). Marco STEM+ para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica. Creative Commons. Obtenido de:
https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/wp-content/uploads/2024/11/Marco_STEM_VF_30_Sep_2024.pdf
- BBC Learning. (s.f.). Micro: bit. Obtenido de <https://microbit.org/es-es/>

- Botero Espinosa, J. (2018). *Educación STEM*. Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Colombia: STEM Education
- Bybee, R. W. (27 de agosto de 2010). What is STEM Education? Science, 329, 996. doi: <https://doi.org/10.47525/ulasbid.1586953>
- Cano, S. (2022). A Methodological Approach to the Teaching STEM Skills in Latin America through Educational Robotics for School Teachers. *Electronics (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/electronics11030395>
- Castillo Reina, Ana Jesús y Gómez Erazo, Christian Camilo (2024) *Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, a través de la implementación de estrategias conectadas y desconectadas en niños, niñas y adolescentes de sexto grado en las instituciones educativas Galápagos (rural) de Rionegro (s), y Metropolitano María Occidente*. Otra thesis, Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/14379/>
- Colombia Aprende. (21 de septiembre 2022). *La educación rural, un gran desafío para Colombia*. Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de: <https://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/tips-y-orientaciones/la-educacion-rural-un-gran-desafio-para-colombia>
- Condori-Tito, J., Flores-Rodriguez, N., Huaracha-Carlos, D., Lonasco-Santamarina, L., Nuñez-Arista, P., Esquicha-Larico, E., & Mamani-Machaca, E. (2024). Maceta automatizada para la educación de niños sobre el cuidado de plantas. *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship (Virtual Edition, December 2–4, 2024)*. LACCEI. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.698>

Departamento de Planeación. (2020). *Tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales*.

Bogotá, D.C. Recuperado el 11 de 04 de 2025, de

https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-126403_tpa.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Recuperado el 11 de 04 de 2025, de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>.

Días Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Enfoques pedagógicos: implicaciones teóricas y prácticas de los modelos de enseñanza*. McGraw -Hill.

didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. Latin

American Journal of Science Education. 7, 12002. pp. 1-16. Obtenido de:

https://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf

Domènech-Casal, J. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica*. Ápice. Revista de Educación Científica, 2(2), 29–42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>

ECOQUIMSA. (2024). *¿Por qué se analizan los parámetros Fisicoquímicos en agua?. Obtenido de: <https://www.ecoquimsa.com.gt/temas-tnicos/por-qu-se-analizan-los-parmetros-fiscoquimicos-en-agua>*

Fernández Tellez Dario Alberto. (2024). Desarrollo del pensamiento computacional con MakeCode y Micro:bit mediante el aprendizaje basado en retos en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa José María Córdoba. Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/18574>

- Ferrada, C. A. F., & Trujillo, F. J. K. (2024). Impulsando el Aprendizaje STEAM en las Escuelas Rurales de Chiloé. Propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM. *Revista Universidad y Territorio*, 1(1), 37-48.
- Ferrada, Cristian & Kroff Trujillo, Francisco José. (2024). Impulsando el Aprendizaje STEAM en las Escuelas Rurales de Chiloé. Propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM. *Revista Universidad y Territorio*. 1. 37 - 47.
10.35588/rutvol1n1.03.
- Gaál, B. (2023). *La introducción de Micro:bit en la escuela primaria, de la actividad desconectada a los programas*. [Ponencia]. Olimpiadas en Informática. 17, 33-42. DOI: 10.15388/loi.2023.03
- Gaibor Bustamante, M. S., Alvarado Triviño, E. E., Cedeño Barre, C. R., Luzuriaga Franco, E., & Mamonte Bohórquez, R. W. (2025). Análisis del acceso a educación STEM en zonas rurales de América Latina: implicaciones para el desarrollo social y económico sostenible: Analysis of access to STEM education in rural areas of Latin America: implications for sustainable social and economic development. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 6(1), 2012 – 2034.
<https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3472>
- Garcia-Perez, J. F., Arenas-Suarez, N. E., Abril, D. A., López, J. N., Pachón, D., y Moreno-Melo, V. (2018). Evaluación de la calidad del agua empleando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados acuáticos en el Río Batán Cundinamarca entre julio y agosto de 2017 *Revista Ciencias Agropecuarias*, 4(1), 18 – 26. DOI: 10.36436/24223484.301
- Gimeno Sacristán, A. (1996). *Currículum: Práctica, teoría e investigación*. Morata.

- Gonzalo Cobo Gonzales Sylvana Mariella Valdivia Cañotte. (2027). “*Aprendizaje basado en proyectos,*” BIBLIOTECA VIRTUAL DEL IESPP HUANCVELICA, consulta 26 de mayo de 2025, <https://biblio.pedagogicohvca.edu.pe/items/show/118>.
- Gras, M. & Ali, C. (2024). Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria. Movimiento STEM. Ciudad de México. Obtenido de: <https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2024/04/Educacion-STEM-y-su-aplicacion-2024.pdf>
- Guerrero Salazar, L. (2023). Aplicación con software y hardware libre Arduino como eje facilitador del aprendizaje de competencias STEM. *Academia Y Virtualidad*, 16(1), 69–88. <https://doi.org/10.18359/ravi.5900>
- Kemmis, McTaggart & Nixon, (2014). *Cómo planificar la investigación acción*. Editorial Laertes.
- López Gamboa, M.V.; Córdoba González, C.M. & Soto Soto, J.F. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias
- Loza Ticona, R.M., Mamani Condori, J.L., Mariaca Mamani, J.S., & Yanqui Santos, F.E. (2020). *Paradigma sociocrítico en investigación*. PsiqueMag, 9(2). <https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656>
- Maldonado Pérez, M., (2008). *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos*. Una experiencia en educación superior. Laurus, 14(28), 158-180.
- Maldonado-Suárez, N., y Santoyo-Telles, F. (2024). Validez de contenido por juicio de expertos: Integración cuantitativa y cualitativa en la construcción de instrumentos de medición. *REIRE Revista d’Innovació i Recerca en Educació*, 17(2), 1-19. <https://doi.org/10.1344/reire.46238>

- Marco Vinicio López-Gamboa, Carlos Córdoba y José Soto (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. Latin American Journal of Science Education, 7 (1), 1-16. Dirección estable: <https://www.aacademica.org/marco.lopez/7>
- Martín, O. ., & Santaolalla, E. (2020). *Educación STEM: Formación con «con-ciencia»*. *Padres Y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (381), 41–46.
<https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
- Meneses Luna, E. (2023). *La importancia del aprendizaje basado en proyectos en la educación STEM*. Nexus Research Journal, 2(2), 13–22. <https://doi.org/10.62943/nrj.v2n2.2023.12>
- Micro:bit Educational Foundation. (s.f.). *Learn to code*. Recuperado de <https://microbit.org/>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C, Colombia. Recuperado el 11 de abril de 2025
- Moreno-Navarro, Juan José; Raj Moriche, Manish (2024). “Una experiencia real de uso de Micro:bit para el pensamiento computacional en educación secundaria”. En: Cruz Lemus, José Antonio; Dapena Janeiro, Adriana; Paramá Gabía, José Ramón (eds.). Actas de las XXX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, A Coruña, 19-21 de junio de 2024. A Coruña: Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática, pp. 311-318.
<https://rua.ua.es/entities/publication/d905f7ec-c139-48bb-a044-c64974b42212>
- Otero Vázquez, M. C. (2024). Educación STEM en preescolar y primaria para el desarrollo. *Método Singapur*. Obtenido de: <https://www.metodosingapur.org/educaci%C3%B3n-stem-en-preescolar-y-primaria>
- Oviedo Parra, L. A., Colmenero Fonseca, F. 2023. Impacto del aprendizaje basado en problemas mediante Plataforma Arduino en colegios rurales. En libro de actas: IX Congreso de

Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi:

<https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16599>

Parsons, D. y MacCallum, K. (2022). *Investigación del entorno del aula con computación física*. Revista Internacional de Aprendizaje Móvil y Combinado (IJMBL), 14 (4), 1-14.

<https://doi.org/10.4018/IJMBL.315627>

Payares García, M. M. (2023). Prácticas educativas que fomentan el pensamiento computacional en entornos de aprendizaje homeschoolers en Colombia.(tesis de maestría). Fundación Universitaria los Libertadores. Repostorio.

Pokropek, A. (08 de 10 de 2024). *STEM competencies, challengers, and measurements: a literature review*. (G. Mazzeo Ortolani, Z. Karpinski, & F. Biagi, Edits.)

doi:10.2760/9390011

Pontificia Universidad Javeriana. (2024). *Calidad Educativa en Zonas Rurales de Colombia: Un Camino por Recorrer*. Obtenido de:

<https://www.javeriana.edu.co/recursosdb/5581483/11594517/INFORME98-Educacio%CC%81n-rural+LEE2024.pdf>

Quintanilla Gatica, M. R., & Adúriz-Bravo, A. (2006). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos y propuestas*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Recuperado el 11 de 04 de 2025

Ramos Doria, Jairo Alberto, & Núñez Urueta, Luz Esther. (2024). Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica.

Revista InveCom, 4(2), e040248. Epub 21 de julio de

2024.<https://doi.org/10.5281/zenodo.10642059>

Rodríguez Trujillo, N. (2015). *Los tres paradigmas de la investigación en educación*.

Repositorio Institucional de la Universidad Central de Venezuela.

<http://hdl.handle.net/10872/9671>

Rojas Rueda, A. (2022). Introducción a la seguridad hídrica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 290 p. Obtenido de:

https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/libros/2022/introduccion_seguridad_hidrica.pdf

Salud (OMS). (2019). *Progresos en materia de agua para consumo, saneamiento e higiene en los hogares: 2000 - 2017*. Las desigualdades en el punto de mira. Nueva York.

Sanders, B. M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania, 20–26.

Santana, A., Leisewitz, A., Bravo, P., & Nogueira, A. (2023). *Consideraciones éticas para investigaciones con niños, niñas y adolescentes como coinvestigadores, reflexión desde la experiencia chilena*. Revista Colombiana de Bioética, 18(2), 1-30.

doi:<https://doi.org/10.18270/rcb.v18i2.4372>

Sentance, S y Waite J. (2018). *Computing in the classroom: Tales from the chalkface*.

Information Technology 2018; 60(2): 103–112

Sotomayor C., Vaccaro C., Téllez A., (2021). *APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS. Un enfoque pedagógico para potenciar los procesos de aprendizaje hoy*. Centro de Innovación. Ministerio de Educación. Chile. [ABP-un-enfoque-pedagogico-para-potenciar-aprendizajes.pdf](#)

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

UNESCO. (2024). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2024, informe sobre género: la tecnología en los términos de ellas*. Informe de seguimiento de la educación en

el mundo 2024, informe sobre género: la tecnología en los términos de ellas. Obtenido de:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391983>

Universidad de Costa Rica (UCR) (2024). Brecha digital: vivir en zonas rurales y tener menos nivel educativo son factores de vulnerabilidad. Obtenido de:

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2024/3/08/brecha-digital-vivir-en-zonas-rurales-y-tener-menos-nivel-educativo-son-factores-de-vulnerabilidad.html>

Villarreal Aguilar, N.B & González Samudio, S.L. (2025). Integración de la educación ambiental en el currículo escolar: Estrategias psicopedagógicas para el desarrollo de la conciencia y acción frente al cambio climático. Revista Latinoamericana de Calidad Educativa. pp. 1-9. Panamá. Obtenido de:

file:///C:/Users/SuperUsuario/Downloads/Integracion_de_la_educacion_ambiental_en_el_curric.pdf

Winter, M. J. (19 de septiembre de 2024). *Con drones y robots: Así aprenden matemáticas y ciencias estudiantes de escuelas rurales de Chiloé*. En Científicos en Acción.

<https://www.13.cl/c/programas/cientificos-en-accion/capitulos/con-drones-y-robots-asi-aprenden-matematicas-y-ciencias>