

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DE INDAGAR Y COMUNICAR, EN ALUMNOS DE GRADO 3RO Y 5TO DE LA ESCUELA RURAL GUAYAQUIL (MANZANARES, CALDAS.), CON EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO PARA LA HUERTA ESCOLAR

Lic. LAURA PAOLA SANTA BLANDON

DR. RICHARD FABIAN REYES RAMOS  
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
MG. ANDREA CAROLINA SANCHEZ DIAZ  
CODIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA, DISEÑO E INNOVACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM  
2026

*TABLA DE CONTENIDO*

<b><i>CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....</i></b>	<b><i>8</i></b>
1.1. Introducción .....	8
1.2. Contextualización del problema de investigación.....	8
1.2.1. Supuesto teórico .....	19
1.3. Preguntas de investigación.....	19
1.3.1. General .....	19
1.3.2. Específicas.....	19
1.4. Objetivos de investigación.....	20
1.4.1. General .....	20
1.4.2. Específicos .....	20
1.5. Justificación .....	20
<b><i>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</i></b>	<b><i>23</i></b>
2.1. Introducción .....	23
2.2. Estado del arte.....	26
2.3. Marco conceptual.....	35
2.3.1. Teoría Ecológica del Aprendizaje.....	35
2.3.2. Ambiente de aprendizaje.....	36
2.3.3. Ambiente de aprendizaje STEM .....	36
2.3.4. Competencias científicas de indagar y comunicar .....	37
2.3.5. Pensamiento ingenieril .....	37
2.3.6. Problemas ambientales.....	37
2.3.7. Huerta escolar.....	38
2.3.8. Sistema de riego .....	38
2.3.9. Procesos colaborativos .....	39
2.3.10. Secuencia de actividades .....	39
2.3.11. Escuela nueva.....	40
2.4. Marco normativo.....	41
<b><i>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</i></b>	<b><i>45</i></b>
3.1. Introducción .....	45
3.2. Paradigma .....	46
3.3. Enfoque.....	46
3.4. Diseño y métodos.....	47
3.5. Población y muestra.....	49
3.6. Fases.....	50
3.7. Criterios de calidad .....	52
3.8. Consideraciones éticas .....	52
<b><i>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</i></b>	<b><i>54</i></b>

4.1.	Introducción .....	54
4.2.	Resultados sociodemográficos .....	55
4.3.	Validación de contenido del instrumento (por jueces expertos).....	56
4.4.	Resultado del Objetivo Específico 1: Crear una secuencia de actividades que estructure un ambiente de aprendizaje STEM, en donde los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil diseñen un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar con materiales reciclables y comunes .	57
4.5.	Resultado del Objetivo Específico 2: Aplicar un ambiente de aprendizaje STEM que fortalezca las competencias científicas de indagar y comunicar, en los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil mediante el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar.....	64
4.6.	Resultado del Objetivo Específico 3: Analizar cómo el ambiente de aprendizaje STEM, fortalece las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil, a partir de la información obtenida en una entrevista semiestructura apoyada en la rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé .....	87
<b><i>CAPÍTULO V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....</i></b>		<b><i>104</i></b>
5.1.	Introducción .....	104
5.2.	Discusión .....	105
5.2.1.	Discusión del objetivo 1 .....	105
5.2.2.	Discusión del objetivo 2 .....	109
5.2.3.	Discusión del objetivo 3 .....	112
5.3.	Conclusiones .....	115
5.3.1.	Limitaciones.....	116
5.3.2.	Aportes de la investigación .....	117
5.3.3.	Recomendaciones.....	118
<b><i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i></b>		<b><i>120</i></b>
<b><i>ANEXOS.....</i></b>		<b><i>126</i></b>

*LISTA DE TABLAS*

<i>Tabla 1. Tabla de inclusión y exclusión .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Instrumentos de recolección de información en la investigación .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4. Fases de la investigación .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 5. Tabla de operacionalización .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6. Análisis de la comprensión causa–efecto sobre el riego (Indagar y Comunicar).....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 7. Función del agua en la huerta: sentido del recurso y cuidado (Indagar y Comunicar) .....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 8. Comprensión de los materiales reciclados y su uso en el proyecto (Indagar y Comunicar) .....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 9. Comportamiento del agua en superficie plana: observación del fenómeno (Indagar y Comunicar) .....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 10. Movimiento del agua en superficie inclinada: relación entre inclinación y flujo (Indagar y Comunicar) .</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 11. Técnicas para unir materiales y criterios de selección (Indagar y Comunicar).....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 12. Concepto inicial y final de sistema de riego (Indagar y Comunicar) .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 13. Propuesta de construcción del sistema de riego: diseño y funcionamiento (Indagar y Comunicar).....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 14. Comprensión del trabajo en equipo y participación colaborativa (Comunicar e Indagar en decisiones) .</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 15. Estrategias para buscar información y consultar fuentes (Indagar y Comunicar).....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 16. Formas de comunicar y mostrar hallazgos de un experimento (Indagar y Comunicar) .....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 16. Rúbrica de evaluación - Guía 1 .....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 17. Rúbrica de evaluación - Guía 2 .....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 18. Rúbrica de evaluación - Guía 3 .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 21. Resultados calculados (Guía 1) .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 22. Resultados calculados (Guía 2) .....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 23. Resultados calculados (Guía 3) .....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 24. Resultados de ítems compartidos en las Guías .....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 25. Resultados de Entrevista (V de Aiken por dimensión).....</i>	<i>175</i>

*LISTA DE FIGURAS*

<b>Figura 1.</b> Ítems a evaluar en la competencia científica - prueba PISA del año 2025 .....	9
<b>Figura 2.</b> Ítems a evaluar en la competencia científica ambiental - prueba PISA del año 2025 .....	10
<b>Figura 3.</b> Puntaje promedio Colombia, Latinoamérica, OCDE y otros países .....	11
<b>Figura 4.</b> Puntaje promedio de instituciones de Colombia según la zona.....	12
<b>Figura 5.</b> Niveles alcanzados por país .....	13
<b>Figura 6.</b> Puntaje obtenido por País en la TERCE y ERCE.....	14
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de alumnos y nivel de desempeño en Colombia en la prueba de ciencias naturales.....	16
<b>Figura 8.</b> Puntaje saber 11 en Colombia.....	17
<b>Figura 9.</b> Puntaje promedio en la prueba saber 11 I.E Aguabonita en el área de ciencias naturales .....	18
<b>Figura 10.</b> Diagrama de Flujo .....	25
<b>Figura 11.</b> Contenido del capítulo II .....	25
<b>Figura 12.</b> Elementos de un Ambiente de aprendizaje STEM.....	35
<b>Figura 13.</b> Resumen metodología.....	48
<b>Figura 14.</b> Escuela Rural Guayaquil, sede de la Institución Educativa Aguabonita del municipio de Manzanares .	49
<b>Figura 15.</b> Caracterización sociodemográfica.....	55
<b>Figura 16.</b> Guía uno - El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema (ver anexo 4).....	58
<b>Figura 17.</b> Guía dos - Principios básicos del flujo del agua (ver anexo 4).....	59
<b>Figura 18.</b> Guía tres - ¡Construcción del prototipo a pequeña escala! (ver anexo 4).....	60
<b>Figura 19.</b> Construcción y prueba del sistema de riego con materiales reciclables (ver anexo 4).....	61
<b>Figura 20.</b> Competencia científica de comunicar: socialización del prototipo (ver anexo 4).....	62
<b>Figura 21.</b> Inicio de las guías para fortalecer indagación y comunicación.....	64
<b>Figura 22.</b> Exploración en la huerta como inicio de indagación .....	65
<b>Figura 23.</b> Registro de observación y dibujo de plantas en la huerta .....	65
<b>Figura 24.</b> Respuestas del estudiante sobre frecuencia de riego y efectos por falta o exceso de agua .....	66
<b>Figura 25.</b> Registro de forma de la huerta, mediciones y observación del terreno .....	67
<b>Figura 26.</b> Actividad de relación: tipos de sistema de riego .....	68
<b>Figura 27.</b> Articulación STEM en la actividad de los sistemas de riego.....	68
<b>Figura 28.</b> Planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes tras la observación del entorno .....	69
<b>Figura 29.</b> Reflexión grupal para el fortalecimiento de la competencia de indagación .....	70
<b>Figura 30.</b> Registro del Estudiante 1 en la Guía 1: reconocimiento de plantas y primera idea de riego .....	71
<b>Figura 31.</b> Registro del Estudiante 2 en la Guía 1: descripción de plantas de la huerta y propuesta de prototipo... 71	71
<b>Figura 32.</b> Registro del Estudiante 3 en la Guía 1: observación del entorno y diseño inicial del riego.....	72
<b>Figura 33.</b> Flujo del agua en canales como evidencia de la competencia de indagación.....	73
<b>Figura 34.</b> Circuito con guaduas y recipientes – indagación.....	73
<b>Figura 35.</b> Análisis del experimento circuito con guaduas .....	74
<b>Figura 36.</b> Pendiente y flujo del agua como evidencia de la competencia de comunicación.....	75
<b>Figura 37.</b> Diseño de prototipos del sistema de riego.....	75
<b>Figura 38.</b> Continuación del diseño de prototipo – comunicación.....	76
<b>Figura 39.</b> Bocetos de los prototipos del sistema de riego para la huerta de los estudiantes .....	76
<b>Figura 40.</b> Boceto terminado.....	77
<b>Figura 41.</b> Boceto del estudiante 1 .....	78
<b>Figura 42.</b> Boceto del estudiante 2.....	78
<b>Figura 43.</b> Boceto del estudiante 3.....	79
<b>Figura 44.</b> Boceto del estudiante 4.....	79
<b>Figura 45.</b> Utilidad de materiales reciclables para indagar y comunicar .....	80
<b>Figura 46.</b> Embalajes de cajas con bolsas plásticas .....	80
<b>Figura 47.</b> Engrapando las cajas para impermeabilizar .....	81
<b>Figura 48.</b> Cajas forradas e impermeabilizadas .....	81
<b>Figura 49.</b> Proceso para colocar tierra .....	82
<b>Figura 50.</b> Siembra de plantas .....	82
<b>Figura 51.</b> Prototipo finalizado del sistema de riego + la simulación de la huerta escolar .....	83

*Figura 52. Reflexión grupal sobre la construcción y socialización del prototipo de sistema de riego ..... 84*  
*Figura 53. Formato de cierre: exhibición y reflexión del prototipo “Sistema de riego” ..... 84*  
*Figura 54. Sustentación final ..... 85*  
*Figura 55. Ruta de implementación de las guías ..... 86*  
*Figura 56. Fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar ..... 103*

*LISTA DE ANEXOS*

<i>Anexo 1. Autorizaciones y consentimientos.....</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 2. Instrumentos de recolección de información.....</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 3. Planeación semanal.....</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 4. Guías de aprendizaje.....</i>	<i>132</i>
<i>Anexo 5. Guías del docente.....</i>	<i>158</i>
<i>Anexo 6. Formato entrevista semiestructurada – antes pensaba – ahora sé-.....</i>	<i>163</i>
<i>Anexo 7. Validación de instrumentos por expertos – V de Aiken.....</i>	<i>169</i>

## CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

### 1.1. Introducción

En la actualidad los sistemas educativos deben potenciar competencias que preparen a los estudiantes para enfrentar problemas reales, las políticas y la formación docente han de orientarse hacia metodologías activas y evaluaciones auténticas que conecten la escuela con su contexto, las competencias científicas se fortalecen cuando se abordan situaciones del entorno del estudiante, en sintonía con la definición del Ministerio de Educación Nacional & Parque Explora (2021), que concibe la competencia científica como la capacidad de plantear preguntas, formular explicaciones, diseñar indagaciones y comunicar conclusiones para actuar sobre problemas reales.

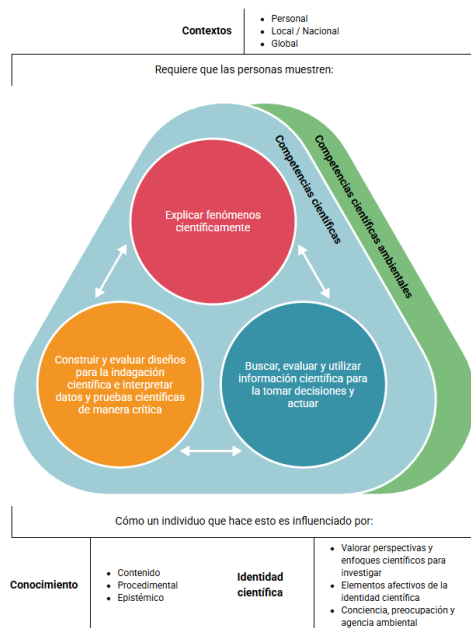
Por otro lado, la Ley 2427 de 2024 pone mucha importancia en que los colegios enseñen sobre sostenibilidad y cómo gestionar riesgos ambientales. Lo interesante de esta norma es que les da libertad a las instituciones para que sus proyectos (los PRAE) se adapten a lo que realmente pasa en su zona. Por ejemplo, en un lugar como Manzanares, donde el problema del agua es algo de todos los días, la educación no puede ser teórica; tiene que enfocarse en esa realidad local para que de verdad tenga sentido. Así, el ambiente de aprendizaje STEM vinculado con la educación ambiental se perfila como una vía pertinente para fortalecer la competencia científica y formar ciudadanos críticos y comprometidos con su entorno; sin embargo, es importante contextualizar esta problemática para conocer desde lo global hasta lo local como se sitúa el tema a trabajar.

### 1.2. Contextualización del problema de investigación

Al contextualizar la problemática desde lo global, se encuentra un bajo desarrollo de la competencia científica en estudiantes de básica primaria en el contexto rural de Colombia; en esta sección se deja en evidencia esta problemática sustentada bajo los resultados nacionales e internacionales como PISA y la brecha urbano-rural persistente. En primer lugar, la Figura 1 sintetiza los ítems que PISA evalúa en la competencia científica: (i) explicar fenómenos, (ii) investigar que implica construir y evaluar diseños de indagación e interpretar datos, y (iii) buscar, evaluar y usar información científica para tomar decisiones y actuar (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2025). Estas tres dimensiones, sirven para el desarrollo de habilidades de observación, modelización, experimentación y argumentación basadas en evidencia; en consecuencia, constituyen la referencia central del presente proyecto.

**Figura 1.**

*Ítems a evaluar en la competencia científica - prueba PISA del año 2025*



*Nota. La figura presenta tres competencias científicas clave: Explicar fenómenos, Investigar e Interpretar y usar información para decidir, en contextos personales, locales y globales, influenciadas por el conocimiento y la identidad científica del individuo. Fuente: Información tomada de OCDE (2025).*

Para más claridad, a continuación se explica cómo se evalúa las competencias científicas mostradas de la prueba PISA (Figura 1):

De acuerdo con la primera competencia “*explicar fenómenos científicamente*” requiere formular preguntas relevantes, plantear hipótesis plausibles, diseñar y ejecutar procedimientos de indagación (experimentales o de simulación), recolectar y analizar evidencias y construir explicaciones coherentes con las observaciones. También demanda encontrar, diseñar y validar modelos predictivos y explicativos e interpretar representaciones gráficas y datos tabulados para sustentar conclusiones. Esta dimensión obliga a articular observación, modelización, experimentación y comunicación dentro de secuencias didácticas que fomenten actitudes críticas y responsables (OCDE, 2025).

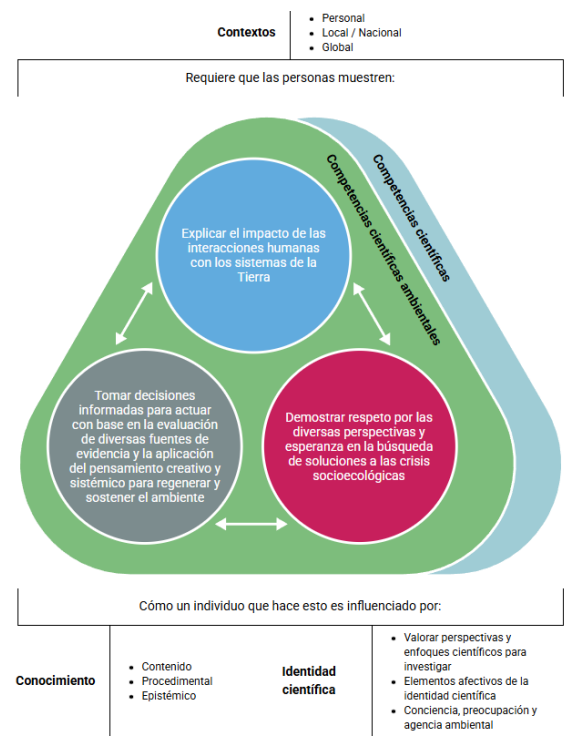
La segunda competencia consiste en “*construir y evaluar diseños para la investigación científica e interpretar datos y evidencias de manera crítica*”, para ello es necesario formular preguntas relacionadas con un tema científico, proyectar procedimientos adecuados de experimentación o simulación, validar su factibilidad, recolectar datos, sacar conclusiones lógicas y medir la calidad de los procesos y resultados (OCDE, 2025).

Finalmente, la competencia de “*buscar, evaluar y utilizar información científica para decidir y actuar*” implica localizar diversas fuentes de información, distinguir entre evidencia experta y no experta, seleccionar y sintetizar aquella que sea pertinente y argumentar las decisiones mediante un vocabulario técnico adecuado. De esta manera, se promueve el análisis crítico de los argumentos científicos y la elaboración de propuestas bien sustentadas (OCDE, 2025).

Ahora bien, para complementar este marco, la Figura 2, aborda la dimensión ambiental de la competencia científica. OCDE (2025) identifica tres competencias científico-ambientales: (I) explicar el impacto de las interacciones humanas con los sistemas de la Tierra, (II) tomar decisiones informadas para regenerar y sostener el ambiente mediante el pensamiento creativo y sistémico, y (III) valorar perspectivas diversas con esperanza ante crisis socio-ecológicas. Estas dimensiones se vinculan con las competencias generales para explicar fenómenos ambientales es preciso comprender los sistemas físicos, vivos y geológicos, así como la influencia de la sociedad, la cultura y la economía en ellos; para tomar decisiones responsables se deben buscar y evaluar diversas fuentes de evidencia, diseñar soluciones y participar en acciones colectivas; y para valorar perspectivas diversas se requiere concebir al ser humano como parte del medio ambiente, reconocer la multiplicidad de formas de contribuir al bienestar común y mostrar resiliencia ante los desafíos.

**Figura 2.**

*Ítems a evaluar en la competencia científica ambiental - prueba PISA del año 2025*

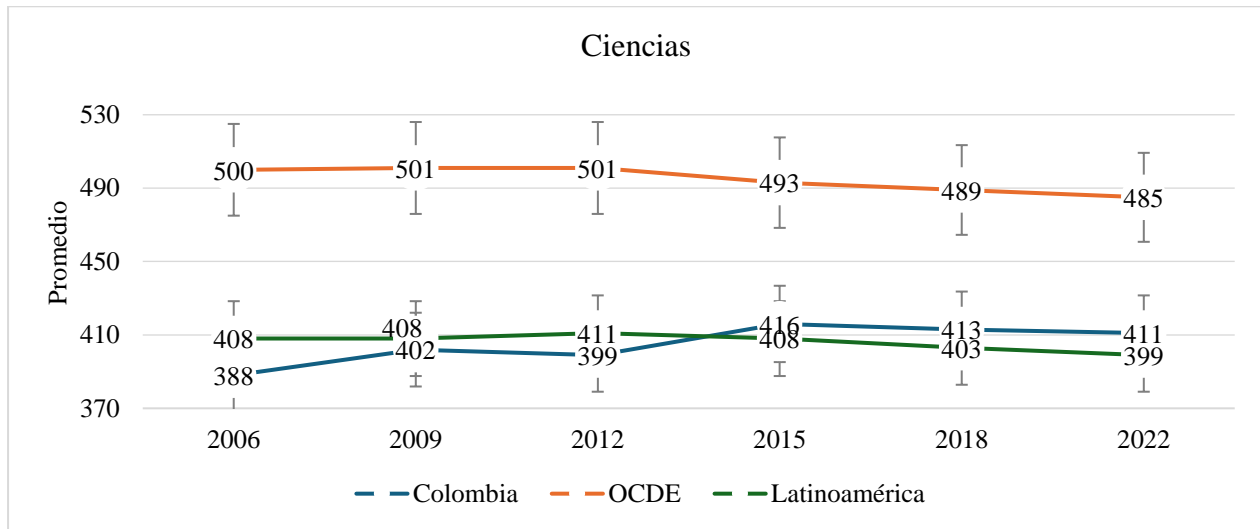


*Nota. La Figura presenta tres competencias científico-ambientales: en primer lugar, se refiere a las interacciones humanas con la Tierra; por consiguiente, decidir y actuar con pensamiento crítico y creativo y, por último, valorar perspectivas diversas con esperanza ante crisis socio ecológicas, en distintos contextos y según el conocimiento y la identidad científica de cada persona. Fuente: Información tomada de OCDE (2025).*

De acuerdo con el marco de evaluación de ciencias de PISA, los ítems de cada competencia explicar fenómenos, investigar e interpretar datos y usar información para decidir se sitúan en contextos que van desde lo personal y familiar hasta lo comunitario y global, de modo que promueve una valoración crítica de los fenómenos científicos y reconoce el carácter dinámico y evolutivo del conocimiento (OCDE, 2025). Para conocer la magnitud del problema en Colombia, la Figura 3 que presenta el puntaje obtenido por el país en este ámbito.

**Figura 3.**

*Puntaje promedio Colombia, Latinoamérica, OCDE y otros países*

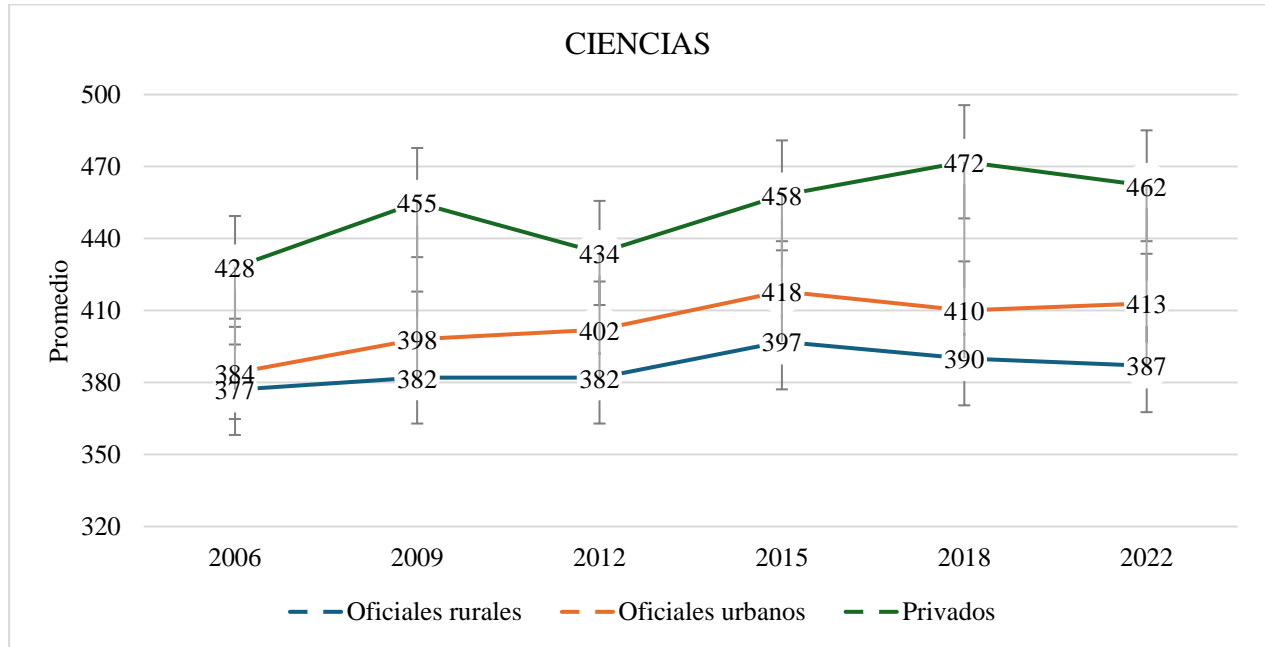


*Nota. En la Grafica se muestra el puntaje promedio de Colombia según la zona donde de la institución educativa. Fuente: Datos tomados de Fundación Empresarios por la Educación (ExE), (2025).*

La Figura 3 muestra que el puntaje promedio de Colombia pasó de 388 en 2006 a 411 en 2022, con un pico de 416 en 2015. Aunque el promedio de la OCDE descendió ligeramente de 500 a 485, aún se observa una brecha sustancial: la diferencia se redujo de 112 a 74 puntos, pero persiste. Por otro lado, la Figura 4 que se presenta a continuación, evidencia una brecha marcada entre contextos, ya que en 2022 las instituciones urbanas alcanzaron 413 puntos, las rurales 387 y las privadas 462, lo que implica diferencias de 26 puntos entre urbano y rural y de 75 puntos entre rural y privado (MinEducación, 2023).

**Figura 4.**

*Puntaje promedio de instituciones de Colombia según la zona*



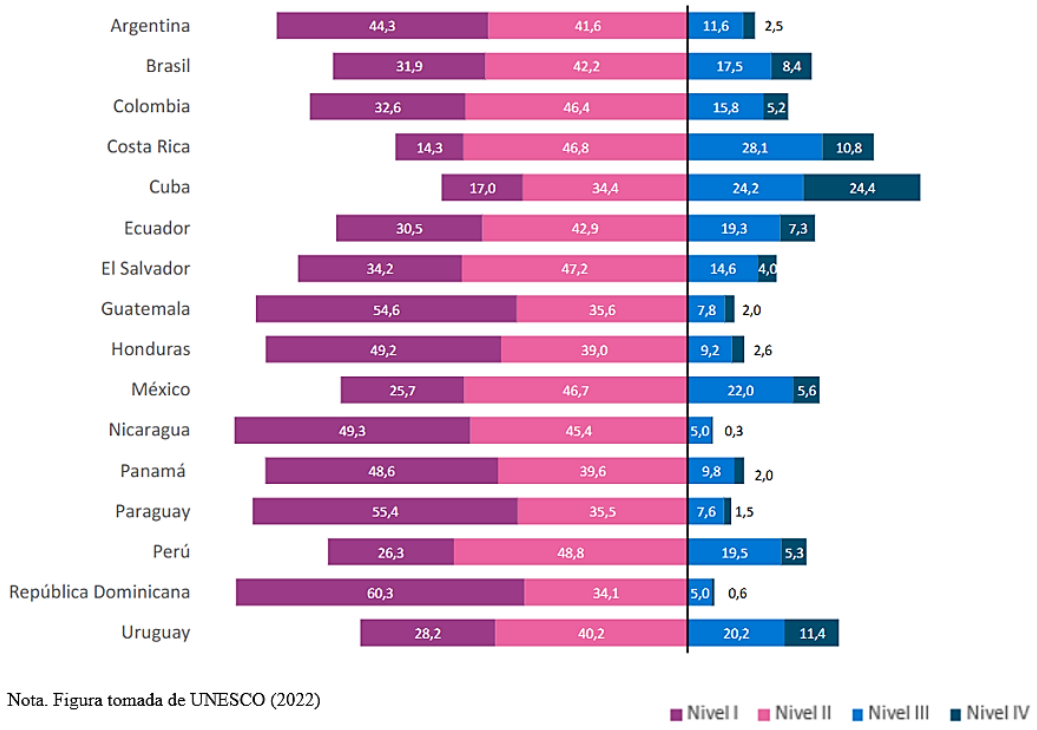
*Nota. En la presente se grafica el puntaje promedio de Colombia según la zona donde está la institución educativa. Fuente: Datos tomados de Fundación Empresarios por la Educación (ExE), (2025).*

Lo que se muestran las gráficas, demuestran que Colombia supera el promedio regional latinoamericano pero que la distancia con los países de mayor desempeño sigue siendo considerable. Según Pérez y Villagrà (2020), las guías de Ciencias Naturales utilizadas en muchas escuelas presentan contenidos conceptuales pertinentes, pero carecen de actividades de indagación y contextualización que favorezcan la competencia investigativa. De forma similar, Palacio (2021) argumenta que la escasez de habilidades científicas en secundaria se origina en la ausencia de oportunidades de exploración articuladas con el entorno desde grados anteriores. La situación se agrava en las zonas rurales, donde la oferta de recursos y experiencias científicas es limitada.

El Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) de la UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean (2022), sucesor de la prueba TERCE, permite visualizar el desempeño científico en Latinoamérica y sirve de referente para la educación básica en Colombia. La Figura 5 presenta la distribución porcentual de estudiantes latinoamericanos en cuatro niveles de logro de ciencias.

**Figura 5.**

*Niveles alcanzados por país*



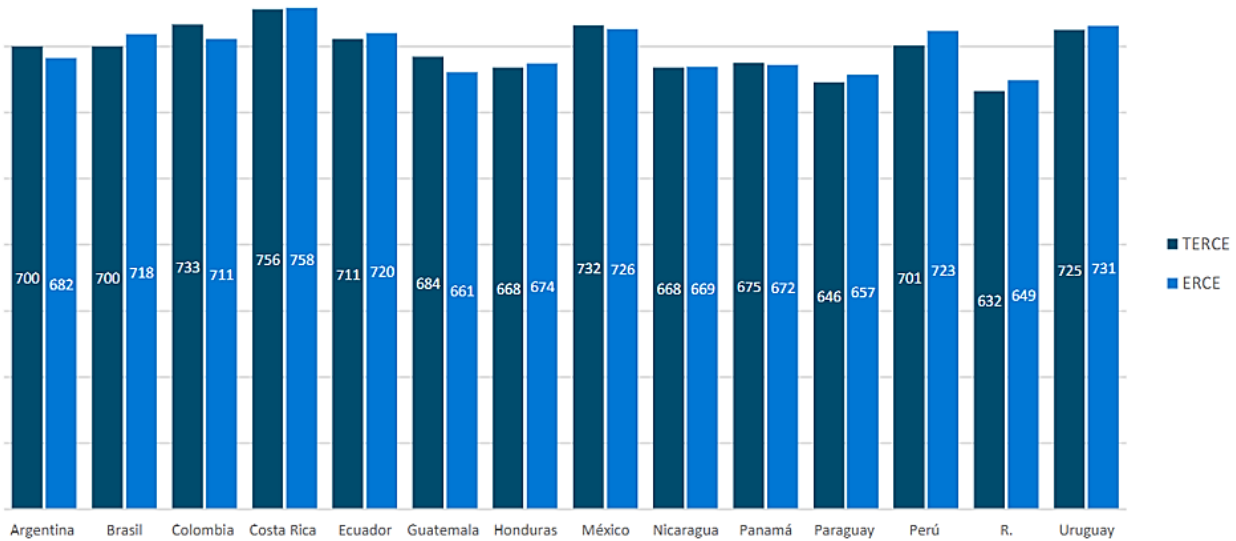
*Nota. En la Figura, se muestra los niveles alcanzados por país. Fuente: UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean (2022).*

De acuerdo con la información de la UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean (2022) reflejada en la Figura 5, el Nivel I se centra en reconocer y describir características sencillas; el Nivel II distingue relaciones de causa y efecto y reconoce el funcionamiento de máquinas simples; el Nivel III combina conocimientos para formular preguntas, plantear experimentos básicos e interpretar información gráfica; y el Nivel IV conlleva un dominio más desarrollado de la indagación, desde diseñar experimentos hasta analizar tendencias y proponer soluciones.

La mayoría de los países se concentra en los niveles I y II; Colombia muestra un descenso de 733 a 711 puntos, a diferencia de naciones como Costa Rica, Uruguay y México, que mantienen o mejoran su rendimiento. Estos resultados, sumados a que el 79 % de los estudiantes colombianos se ubica entre los niveles I y II, subrayan la necesidad de fortalecer la educación científica desde la primaria. La Figura 6 compara los puntajes obtenidos por países latinoamericanos en las pruebas TERCE (2013) y ERCE (2019).

**Figura 6.**

*Puntaje obtenido por País en la TERCE y ERCE*



*Nota. En la Figura, se muestra los porcentajes por país en pruebas como la TERCE y la ERCE. Fuente: UNESCO (2022).*

La UNESCO (2022) advierte que quienes no superan el nivel II carecen de la capacidad de explicar fenómenos cotidianos mediante el conocimiento científico, no formulan preguntas o hipótesis que orienten una investigación ni evalúan la pertinencia de diseños experimentales. Esa es una de las razones por las que se hace indispensable incorporar enfoques didácticos basados en la participación activa. Freeman et al. (2021) y la teoría del aprendizaje activo señalan que la comprensión conceptual y el desarrollo de competencias científicas mejoran cuando los estudiantes participan en experiencias significativas de indagación, resolución de problemas y exploración del entorno. Pero, de acuerdo con la Fundación EXE (2023), el 74 % de los alumnos colombianos no alcanza el nivel básico de competencia científica, lo que muestra una escasa implementación de metodologías activas en las aulas.

A nivel global, diversos países buscan fortalecer las competencias científicas mediante estrategias adaptadas a sus contextos, en Estados Unidos, por ejemplo, la Ruralidad Profunda Sustentable (SDR) descrita por Jones (2025) aborda las zonas rurales de baja densidad mediante aulas multigrado donde las STEM conectan las experiencias de los estudiantes con el mundo real, fomentando el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la adaptabilidad. Estas iniciativas dan a conocer que la ruralidad puede transformarse en oportunidad si se brinda acceso a entornos de aprendizaje integrados.

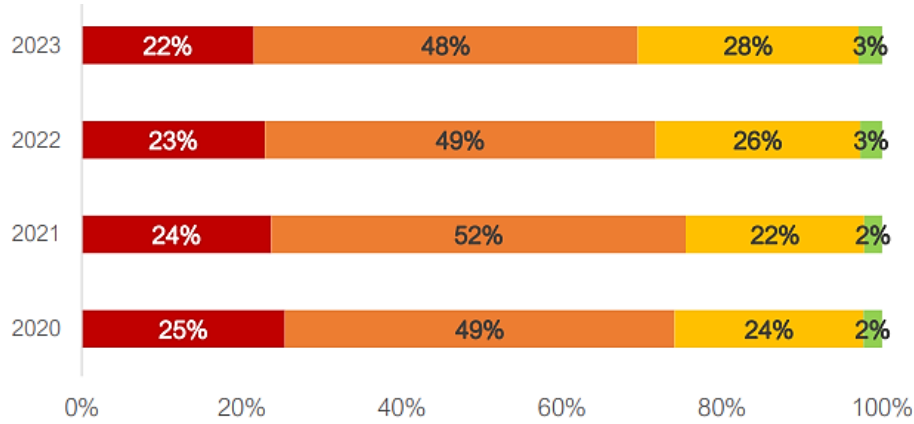
En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (2025) lanzó la estrategia Escuelas STEM+, que articula la enseñanza de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas con metodologías activas centradas en la resolución de problemas y el uso de inteligencia artificial. Esta propuesta ha llegado a 11 departamentos, incluidos Antioquia, Cauca, Chocó, Córdoba, Meta, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, San Andrés y Providencia, Tolima y Valle del Cauca. No obstante, su implementación es desigual, en el departamento de Caldas, el gobierno regional ha creado aulas STEM equipadas con herramientas digitales en municipios como Pácora, Neira, Villamaría, La Dorada y Marmato (Gobierno de Caldas, 2025), pero muchas zonas rurales carecen de ellas, ampliando la brecha entre estudiantes urbanos y rurales en el acceso a experiencias significativas de ciencia y tecnología.

Esta evaluación nacional evidencia que el fortalecimiento de competencias científicas debe ser progresivo y secuencial desde los primeros grados; por lo tanto, si en la primaria rural no se consolidan ambientes de aprendizaje adecuados ni se promueve una educación científica contextualizada desde enfoques como el STEM, es previsible que los estudiantes lleguen a grados superiores sin las bases necesarias para alcanzar un buen desempeño. De ahí la necesidad de esta investigación, que se centra en el nivel de primaria rural y en la urgencia de garantizar condiciones mínimas para el fortalecimiento de competencias científicas desde el enfoque ambiental, contribuyendo así a cerrar brechas educativas y territoriales de larga data.

La prueba Saber 11, administrada por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2025) y vigente a nivel nacional, evalúa el área de Ciencias Naturales con base en tres ejes: *Indagación* (comprender que la investigación genera explicaciones del mundo natural y formular preguntas para responderlas), *Explicación de fenómenos* (explicar y comprender argumentos y modelos que describen un fenómeno, validando afirmaciones científicas) y *Uso comprensivo del conocimiento científico* (aplicar conceptos, teorías y leyes para resolver problemas y establecer relaciones entre ellos) (ICFES, 2025). Según la fundación EXE (2023) un 74% de los alumnos no llegan a la explicación de fenómenos cotidianos mediante el conocimiento científico, no generan preguntas o hipótesis que orienten una investigación, además no diseñan ni evalúan la pertinencia y eficacia de un diseño experimental ni sacan conclusiones a partir de ello, tal como se refleja en los resultados de la Figura 7.

**Figura 7.**

*Porcentaje de alumnos y nivel de desempeño en Colombia en la prueba de ciencias naturales*



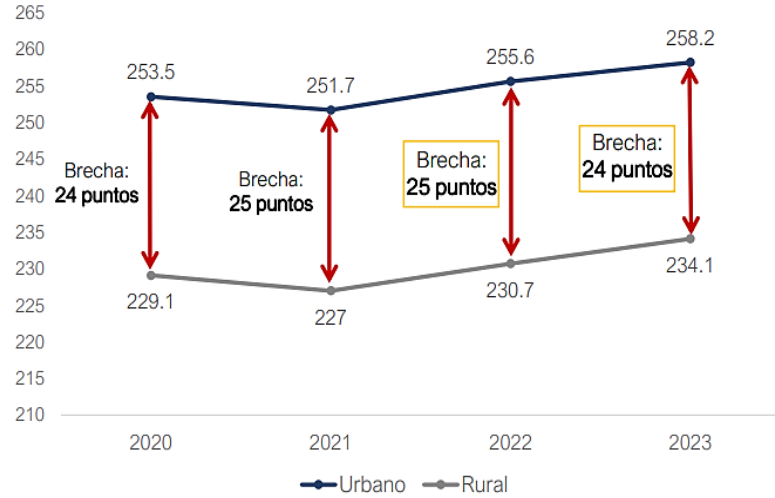
*Nota. Figura tomada de Fundación Empresarios por la Educación (2024).*

Con esta información se puede decir que, en Colombia, es necesario empezar a fortalecer la competencia científica desde básica primaria, para mejorar las capacidades y habilidades que los alumnos necesitan para afrontar retos del mundo real, respecto a lo anterior, la teoría del aprendizaje activo respalda la idea de que los estudiantes fortalezcan las competencias científicas cuando participan en experiencias significativas de indagación, resolución de problema y exploración de entorno (Freeman et al., 2014), este tipo de aprendizaje mejora la comprensión conceptual y promueve habilidades como la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la explicación de fenómenos.

En la Figura 8 se presentan los puntajes promedio comparativos entre zonas urbana y rural durante el periodo 2020–2023, con el propósito de mostrar tanto la evolución temporal como la magnitud de la brecha entre ambas áreas. En primer lugar, las líneas permiten observar la tendencia: la serie urbana registra un ligero descenso entre 2020 y 2021 seguida de una recuperación sostenida hasta 2023, mientras que la serie rural muestra una caída moderada en 2021 y luego un aumento progresivo hasta 2023. Además, los indicadores en forma de flechas rojas señalan la brecha en puntos entre urbano y rural en cada año (24–25 puntos), lo que evidencia que, aunque ambos promedios mejoran hacia 2023, la distancia relativa se mantiene prácticamente constante (Fundación Empresarios por la Educación, 2024).

**Figura 8.**

*Puntaje saber 11 en Colombia*



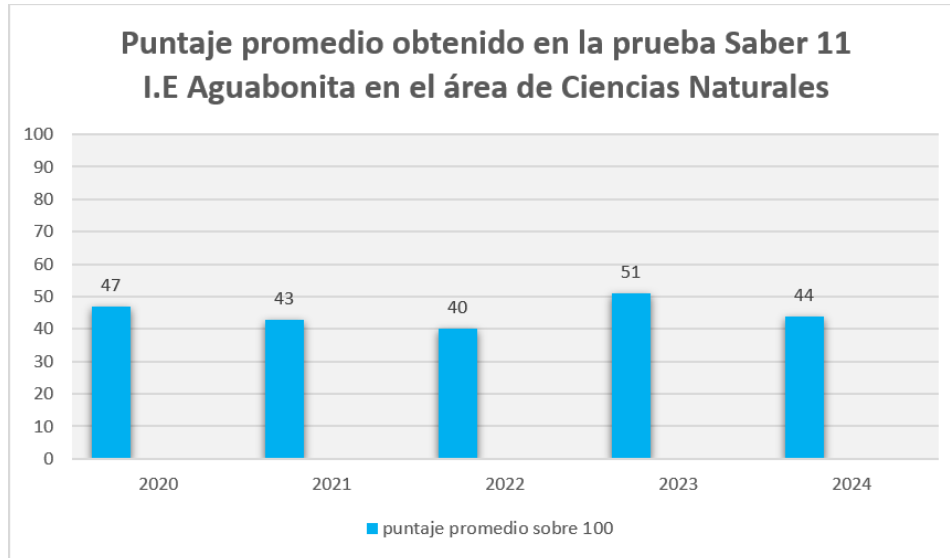
*Nota. Figura tomada de Fundación Empresarios por la Educación (2024).*

En base a la Figura 8, las instituciones de la zona urbana obtuvieron un puntaje de 258.2 mientras que las instituciones de la zona rural obtuvieron un puntaje de 234.1, marcando una diferencia de 24 puntos entre sí. Sánchez-Campo y Rodelo-Molina (2022), mencionan que la educación rural debe ser una prioridad en Colombia y en cualquier otro país, esto debido a las falencias y dificultades que hay en las zonas rurales, incluso son los alumnos de estas escuelas quienes tienen menor puntaje en las pruebas estandarizadas, es así como surge la necesidad desde el rol docente de crear ambientes de aprendizaje STEM con los materiales que tienen las escuelas, para brindar a los alumnos experiencias STEM positivas y significativas; así, unir la ciencia con la escuela y el contexto para solucionar problemas, teniendo el enfoque STEM un papel primordial para alcanzar este objetivo.

Entonces para fortalecer la competencia científica en alumnos de básica primaria de escuelas rurales, es necesario brindar ambientes de aprendizaje que den libertad a la curiosidad y a la expresión así los estudiantes desarrollen la competencia científica mediante actividades orientadas a la observación, exploración y búsqueda en el entorno (Soto-Jiménez et al., 2020). Una vez analizados los datos de las pruebas estandarizadas a nivel nacional y departamental, es pertinente abordar ahora el contexto institucional donde se desarrollará esta investigación. En la Figura 9 se presenta el puntaje promedio de la Institución Educativa Aguabonita sede principal de la Escuela Rural Guayaquil en la prueba Saber 11 en ciencias naturales entre 2020 y 2024.

**Figura 9.**

*Puntaje promedio en la prueba saber 11 I.E Aguabonita en el área de ciencias naturales*



*Nota. Datos tomados del ICFES (2025) y Ochoa (2025). Fuente: Elaboración Propia (2025).*

De acuerdo con el marco de referencia del ICFES (2025), la institución se mantiene mayoritariamente en el Nivel 2, lo que indica que la mayoría de los estudiantes no llega a relacionar conceptos ni a aplicar procedimientos científicos para resolver problemas, ahora bien, al contextualizar La Escuela Rural Guayaquil y la sede adscrita a la I.E. Aguabonita, ilustra las limitaciones y oportunidades de los entornos rurales. Allí existe un solo salón de clase para estudiantes de preescolar a quinto grado bajo la orientación de una única docente y la disponibilidad tecnológica se reduce a un computador en mal estado. No obstante, la escuela cuenta con una huerta escolar como espacio común en contextos rurales, destinada al cultivo de plantas ornamentales y medicinales, techada con plástico y con sistema de riego manual. Este escenario, pese a la escasez de recursos, es propicio para diseñar ambientes de aprendizaje basados en el enfoque STEM.

La huerta escolar es un espacio ideal para desarrollar la competencia científica mediante la indagación, observación y experimentación, fomentando además el cuidado ambiental y la reutilización de materiales. Lemus (2024) señala que el enfoque STEM potencia la creatividad, la motivación y la autoeficacia cuando se articula con la vida real del estudiante. También se enfatiza que los ambientes de aprendizaje que promueven la curiosidad y la expresión permiten a los estudiantes desarrollar competencias científicas a través de actividades orientadas a la observación y la exploración del entorno (Soto-Jiménez et al., 2020).

Además, el déficit de competencias científicas en Colombia se manifiesta en los resultados de PISA, ERCE, TERCE y Saber 11, así como en la brecha persistente entre zonas urbanas y rurales. Las causas se vinculan con la falta de prácticas de indagación contextualizadas y la desigual distribución de recursos educativos. Por ello, este proyecto se propone diseñar e implementar un ambiente de aprendizaje STEM en la huerta escolar de la Escuela Rural Guayaquil, articulado con la educación ambiental, para fortalecer las competencias de indagar y comunicar desde la educación primaria, contribuir a cerrar brechas territoriales y promover una ciudadanía científica comprometida con su entorno, lo que da paso al supuesto teórico que relaciona el presente trabajo.

### *1.2.1. Supuesto teórico*

La implementación de un ambiente de aprendizaje STEM, permite fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar en los estudiantes de grado 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil, en tanto que dicho ambiente articule su entorno ambiental con el diseño colaborativo de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar.

Tomando como referencia el problema del déficit en competencias científicas, surgen la siguiente pregunta de investigación:

## **1.3. Preguntas de investigación**

### *1.3.1. General*

¿Cómo la implementación de un ambiente de aprendizaje STEM contribuye al fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar en los alumnos de grado 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil, a través del diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar?

### *1.3.2. Específicas*

- ¿Cómo crear una secuencia de actividades que estructure un ambiente de aprendizaje STEM, en donde los alumnos de grado 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil diseñen un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar con materiales reciclables y comunes?
- ¿Cómo se fortalece las competencias científicas de indagar y comunicar en los alumnos de grado 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil después de aplicar un ambiente de aprendizaje STEM con el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar?

- ¿Qué cambios se observan en las competencias de indagar y comunicar cuando se aplica el ambiente de aprendizaje STEM, en estudiantes de 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil al diseñar un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar con materiales reciclables y comunes?

Estas preguntas permiten orientar la construcción de los objetivos a implementar, para dar solución a la problemática anteriormente presentada.

#### 1.4. Objetivos de investigación

##### 1.4.1. General

Diseñar un ambiente de aprendizaje STEM para fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar; en alumnos de grado 3º y 5º de la escuela rural Guayaquil; a través del diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar.

##### 1.4.2. Específicos

- Crear una secuencia de actividades que estructure un ambiente de aprendizaje STEM, en donde los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil diseñen un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar con materiales reciclables y comunes.
- Aplicar un ambiente de aprendizaje STEM que fortalezca las competencias científicas de indagar y comunicar, en los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil mediante el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar.
- Analizar cómo el ambiente de aprendizaje STEM, fortalece las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil, a partir de la información obtenida en una entrevista semiestructura apoyada en la rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé.

#### 1.5. Justificación

Este proyecto surge frente a la urgencia de fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar desde la educación básica primaria, en especial en zonas rurales donde los recursos pedagógicos y tecnológicos son limitados, en Colombia, los resultados en ciencias han sido preocupantes: pruebas internacionales y nacionales como PISA, TERCE, ERCE y Saber 11 evidencian un rendimiento inferior al de países de la OCDE y una marcada brecha entre instituciones rurales, urbanas y privadas (Fundación Empresarios por la Educación (ExE), (2025). Por ejemplo, en PISA 2022 solo un 49 % de estudiantes colombianos alcanzó el nivel 2 o superior

en lectura y ciencia, lo que refleja que la mitad de los jóvenes no logra las competencias básicas. Esta situación afecta la capacidad para tomar decisiones informadas, formular hipótesis y participar activamente en la resolución de problemas reales (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2023). Así, el proyecto plantea intervenir en la Escuela Rural Guayaquil, ubicada en el municipio de Manzanares (Caldas), mediante la creación de un ambiente de aprendizaje STEM contextualizado que contribuya a cerrar esa brecha educativa.

De manera práctica, la iniciativa propone que los estudiantes elaboren en grupo un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar, este prototipo servirá como eje articulador de un ambiente de aprendizaje STEM, integrando ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con la educación ambiental. El trabajo en la huerta permite fortalecer competencias científicas como la indagación, la comunicación de ideas y la resolución de problemas al vincular el conocimiento científico con el contexto ambiental local. Según Niño-Gutiérrez et al. (2024), vincular el aprendizaje con el entorno inmediato estimula la exploración activa y promueve aprendizajes auténticos e inclusivos; además, otorga a los estudiantes un papel protagonista en la creación de soluciones sostenibles desde edades tempranas.

En cuanto a la metodología, el proyecto plantea una secuencia de actividades didácticas adaptadas al contexto rural y diseñadas para ser replicables, mediante el uso de materiales reciclables y recursos disponibles en la escuela, se demuestra que es posible implementar STEM incluso en espacios donde la infraestructura y la tecnología son escasas. Esta replicabilidad convierte a la propuesta en una estrategia sostenible que puede ser adoptada por docentes de otras instituciones con características similares. Ramos-Lizcano et al. (2022) resaltan que los ambiente de aprendizaje STEM exitosos son aquellos que se adaptan al entorno sociocultural y promueven metodologías activas, desarrollando competencias y habilidades propias del siglo XXI.

Por otra parte, la visión de Colombia se plasma en la iniciativa “*Visión STEM+ educación expandida para la vida*”, promovida por el Ministerio de Educación Nacional & Parque Explora (2021), señala que el enfoque STEM brinda a los estudiantes experiencias de aprendizaje activas que integran diversas áreas del conocimiento para fortalecer competencias y enfrentar los desafíos del mundo actual. Su objetivo es transformar la educación colombiana promoviendo el desarrollo integral de los estudiantes en función de los retos del siglo XXI. La metodología recomendada se basa en prácticas como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en retos (ABR), la investigación escolar y la gamificación,

fomentando el interés de los estudiantes a través de problemas o situaciones de la vida real que les permiten aplicar conocimientos y habilidades.

En resumen, este proyecto busca fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar mediante el diseño y construcción de un prototipo de sistema de riego a pequeña escala, los estudiantes no solo aprenden conceptos científicos, sino que los aplican para resolver una necesidad real de su escuela. Como señalan Ramos-Lizcano et al. (2022), estas propuestas integradas promueven una comprensión profunda del conocimiento y refuerzan el papel activo del estudiante en su proceso de aprendizaje. De este modo, la investigación contribuye a reducir las desigualdades educativas, fomenta iniciativas contextualizadas y avanza hacia una educación científica inclusiva, innovadora y transformadora.

Así mismo cabe señalar que el contexto rural, como el de la Escuela Rural Guayaquil en Manzanares (Caldas), se convierte en un escenario privilegiado para el desarrollo de este tipo de experiencias, en la medida en que ofrece la posibilidad de vincular la enseñanza de las ciencias con problemáticas y realidades cercanas al estudiante, como lo son el cuidado del medio ambiente, la producción agrícola o el uso sostenible de los recursos naturales. De este modo, los entornos rurales permiten diseñar ambientes de aprendizaje más contextualizados, dinámicos e interdisciplinarios, donde los saberes escolares se articulan con los desafíos de la vida cotidiana, potenciando así la pertinencia y el significado del aprendizaje.

En esta perspectiva, la integración del enfoque STEM con la educación ambiental se configura como una estrategia pedagógica de gran alcance porque articula saberes científicos, habilidades tecnológicas y preocupaciones socioambientales dentro de situaciones reales y pertinentes para los estudiantes. De esta manera, deja de ser una enseñanza fragmentada y se convierte en una práctica transformadora que pone en relación conocimiento, sociedad y naturaleza. Además, al situar el aprendizaje en problemas locales, como el diseño de un sistema de riego para la huerta escolar, los estudiantes desarrollan procesos de indagación auténtica: formulan preguntas relevantes, construyen y validan modelos sencillos, recogen evidencias y reinterpretan sus explicaciones en función de los resultados, lo cual coincide con los principios de las normas internacionales que promueven la enseñanza de las ciencias basada en la indagación y la resolución de problemas reales.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Introducción

Este capítulo se centra en el estado actual del conocimiento y el contexto conceptual y legal que respalda esta investigación, la cual busca fomentar habilidades científicas de indagación y comunicación en un entorno de aprendizaje STEM dentro de una institución educativa rural; para comenzar, se realiza una revisión sistemática de estudios recientes, abarcando el periodo de 2020 a 2025, siguiendo el protocolo PRISMA; esto permite identificar tendencias, áreas que aún no se han explorado y enfoques metodológicos relacionados con la educación STEM y el fortalecimiento de competencias científicas en el ámbito escolar (Chocobar-Reyes y Barreda-Medina, 2025).

Luego, se analizan los conceptos clave que guían el estudio, como las competencias científicas, el prototipado, trabajo colaborativo y el enfoque STEM, estableciendo su conexión con la indagación y la comunicación en el ámbito científico (Sánchez-Campo y Rodelo-Molina, 2022). Por consiguiente, se presenta el marco legal que apoya la labor educativa en Colombia, destacando las recomendaciones del Ministerio de Educación Nacional (2025) y documentos relevantes, los Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y la Ley General de Educación (MEN, 1998), que orientan las prácticas pedagógicas de manera coherente con los derechos, necesidades y capacidades de los estudiantes.

En esta primera fase, se utilizaron combinaciones básicas de palabras clave como: “ambiente de aprendizaje”, “competencias científicas”, “escuelas rurales”, y “educación básica”; a medida que se avanzó en el proceso, se fueron refinando los términos para lograr una mayor especificidad en los resultados; donde se incluyeron nuevos conceptos vinculados al enfoque del trabajo, tales como “educación STEM”, “prototipos escolares”, “sistema de riego escolar”, y “huerta educativa”. Con lo anterior, se debe tener en cuenta, que antes de proceder con la selección de los documentos, se definieron criterios claros de inclusión y exclusión, con el fin de garantizar la relevancia y calidad metodológica de los estudios seleccionados; así:

*Criterios de inclusión.* Artículos publicados entre 2020 y 2025; publicaciones en inglés o español; estudios que aborden la implementación de ambientes de aprendizaje STEM en educación básica; investigaciones realizadas en contextos rurales o vulnerables; estudios enfocados en el fortalecimiento de competencias científicas, especialmente indagar y comunicar; documentos disponibles en texto completo (PDF o HTML) y de acceso abierto.

Por otro lado, *criterios de exclusión*. Artículos duplicados o que no cumplieran con los criterios anteriores; estudios no aplicados a la educación básica (preescolar, primaria o secundaria); investigaciones centradas exclusivamente en contextos urbanos; documentos sin aplicación práctica o prototipos relacionados con el aprendizaje; después de aplicar estos filtros, se excluyeron 84 artículos que no cumplían con los criterios definidos, quedando un total de 20 artículos seleccionados para su posterior análisis y síntesis.

**Tabla 1.**

*Tabla de inclusión y exclusión*

ETAPA	DESCRIPCIÓN	DATOS	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Estudios incluidos en la versión previa de la revisión	0	
	Registros identificados en Scopus, Google Scholar y Science Direct	104	
	Registros después de eliminar duplicados	13	
<b>CRIBADO</b>	Marcados como inelegibles por herramientas de automatización	81	
	Registros examinados (título y resumen)	94	
	Registros excluidos por no cumplir criterios preliminares	74	
	Informes completos evaluados para elegibilidad	74	
<b>ELEGIBILIDAD</b>	Criterios de Inclusión: Criterios de Exclusión:	74	
	1. Enfoque mixto y cualitativo.		
	2. Publicados entre el rango del 2020 al 2025.	1. Publicaciones con fechas antes del rango.	
	3. Artículos con texto disponible y de acceso abierto.	2. Artículos que no tienen disponible en PDF.	
	4. Investigaciones que se relacionen con los métodos STEM, competencias científicas, ruralidad y prototipos ambientales en la escolaridad del primer infante	3. Aquellas que no se relacionen con la temática y objeto del proyecto.	
	<b>INCLUIDOS</b>	Estudios incluidos en la síntesis final	20

*Nota. Elaboración propia (2025).*

Por otro lado, la búsqueda sistemática se realizó en las bases de datos Scopus, Science Direct y Google Scholar, priorizando artículos revisados por pares, en acceso abierto y con disponibilidad de texto completo; es así como la combinación de términos que arrojó mejores resultados fue:

**Tabla 2.**

*Ecuaciones de búsqueda*

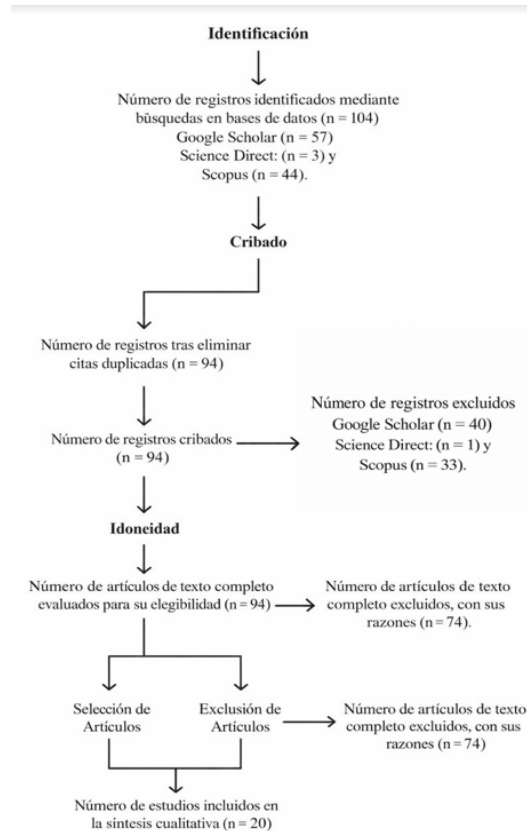
BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	# DE DOCUMENTOS
<b>SCOPUS</b>	"STEM education" AND "scientific competencies" AND ("rural schools" OR "educational environments") AND "school garden",	44
<b>GOOGLE SCHOLAR</b>	Métodos STEM, competencias científicas, escuela rural, prototipo de riego huerta.	57
<b>SCIENCE DIRECT</b>	"Scientific" AND "Educational" AND "School Garden"	3

*Nota. Elaboración propia (2025).*

Finalmente, se obtiene como resultado la siguiente representación gráfica (Figura 10) del proceso de elección de documentos (modelo PRISMA).

**Figura 10.**

*Diagrama de Flujo*



*Nota. Elaboración propia (2025).*

**Figura 11.**

*Contenido del capítulo II*



*Nota: elaboración propia*

## 2.2. Estado del arte

Para respaldar teóricamente esta propuesta, se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las pautas del protocolo PRISMA 2020; este análisis se centró en estudios publicados entre 2020 y 2025 que examinaran el fortalecimiento de competencias científicas mediante enfoques STEM, especialmente en contextos rurales o entornos educativos con recursos limitados; así que se identificaron y evaluaron críticamente un total de 20 estudios relevantes como lo demuestra la Figura 11; cada uno se analizó en función de su objetivo, metodología, hallazgos principales y limitaciones, lo que permitió construir una base sólida para diseñar el entorno de aprendizaje propuesto.

Por lo cual, las fuentes de información incluyeron bases de datos académicas, artículos de revistas científicas revisadas por pares, documentos de diversas instituciones, así como informes oficiales de entidades tanto nacionales como internacionales, como PISA, ERCE, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y la UNESCO (2025), entre otros; ahora, los criterios de inclusión se enfocaron en investigaciones sobre educación STEM que destacaran las habilidades científicas de indagación y comunicación en estudiantes de primaria; se da prioridad a estudios realizados en áreas rurales o que implicaran la implementación de proyectos prácticos en contextos educativos reales, específicamente prototipos relacionados con el medio ambiente como el riego para la huerta escolar.

De esta manera, los hallazgos de la revisión muestran la efectividad de los ambientes de aprendizaje STEM para mejorar las competencias científicas de los estudiantes. Sin embargo, también se identificaron importantes vacíos en la literatura, especialmente en lo que respecta a las experiencias en contextos rurales de América Latina, particularmente en Colombia. Además, se subrayó la importancia de utilizar metodologías activas, integrar la educación ambiental y la necesidad de contextualizar los contenidos del currículo como elementos clave para el éxito de estas experiencias educativas.

A continuación, se presentan 20 antecedentes relevantes en el campo de la educación STEM, con un enfoque en el fortalecimiento de competencias científicas de indagación y comunicación, y la implementación de proyectos prácticos; cada referencia incluye una breve discusión sobre su objetivo, metodología, resultados y conclusiones, destacando su impacto y las críticas pertinentes.

Primeramente, es importante saber sobre las metodologías nuevas de exigencia y que se relacionan con el proyecto, por ello, se tiene en cuenta lo expuesto por Gras y Alí (2023), en su

artículo Educación STEM y su aplicación: una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria; estudio donde tiene como objetivo principal examinar cómo la contextualización de experiencias STEM, mediante la integración de elementos del entorno local, fortalece la indagación científica en niñas y niños de preescolar y primaria; utilizando un enfoque cualitativo, se recurrió a grupos focales y al análisis de las actividades desarrolladas por los estudiantes en ambientes formales, no formales e informales.

Los resultados de esta estrategia evidenciaron un incremento en la motivación, comprensión y participación de los alumnos cuando las actividades STEM se relacionaban con realidades cercanas a los estudiantes, lo que reafirma la relevancia de diseñar propuestas pedagógicas situada: ahora como aporte adicional, el estudio incluyó una guía estructurada que combina principios pedagógicos, estudios de caso internacionales y actividades concretas, dirigida a docentes, familias y actores educativos; no obstante, los autores advierten que la replicabilidad de estas experiencias puede verse limitada por las diferencias contextuales significativas entre regiones.

Por ello, este documento resulta clave para el presente proyecto, al demostrar que la contextualización STEM en zonas rurales no solo favorece la indagación, sino también la equidad, la inclusión y el desarrollo de habilidades de agencia desde edades tempranas. Por consiguiente, al analizar cómo la contextualización educativa incide en la motivación y el rendimiento en ciencias; con un enfoque cualitativo basado en entrevistas y encuestas aplicadas en tres instituciones rurales de América Latina, se evidenció que los ambientes STEM adaptados al entorno potencian el interés estudiantil por las ciencias; entre los principales hallazgos destacan la necesidad de mejorar la infraestructura, fortalecer la formación docente y reducir las brechas de género, factores clave para lograr una educación equitativa y de calidad (Ramos-Lizcano et al., 2022).

Aunque la evaluación de la motivación presenta cierto grado de subjetividad, el estudio respalda la importancia de contextualizar las experiencias STEM para lograr aprendizajes significativos; por ende, este trabajo resulta valioso para nuestra investigación, ya que reafirma el potencial transformador de los ambientes STEM en zonas rurales y justifica el diseño de propuestas didácticas ajustadas a la realidad local para el fortalecimiento de competencias científicas en estudiantes de básica primaria.

Siguiendo, en el trabajo de Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020), se desarrolla una propuesta pedagógica en aula multigrado, orientada al fortalecimiento de las competencias científicas mediante la estrategia de la indagación en el área de Ciencias Naturales; a través de una

investigación cualitativa de tipo acción, se trabajó con 12 estudiantes de la sede rural Narapay (Boyacá), aplicando seis talleres virtuales basados en el “aprender haciendo”; donde los resultados evidencian que, al vincular la experiencia directa con el análisis y la construcción del conocimiento, los niños logran avances significativos en la comprensión de fenómenos naturales y en la formulación de hipótesis, interpretación de datos y comunicación de conclusiones.

Así, se resalta que la indagación científica no solo estimula el pensamiento crítico, sino que permite superar las limitaciones de la enseñanza tradicional en contextos rurales; en este sentido, el estudio respalda el diseño de ambientes STEM que, como propone nuestro proyecto, potencien desde la ciencia las competencias de indagar y comunicar en estudiantes de grados 3° y 5°.

En la misma línea, el estudio de Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020), es pertinente al analizar el impacto de la educación STEM en estudiantes de educación general básica desde una perspectiva mixta; a través del análisis estadístico y de entrevistas cualitativas a estudiantes y docentes, se evidenció una mejora significativa en el desempeño académico en ciencias y matemáticas, así como un aumento en el interés y la motivación hacia las disciplinas STEM, por ende, especial relevancia tiene el enfoque en la resolución de problemas reales, lo cual coincide con el propósito de contextualizar el aprendizaje en zonas rurales.

No obstante, el estudio también demuestra como las limitaciones estructurales, la falta de formación docente y escasos recursos son elementos que deben ser considerados en el diseño de un ambiente de aprendizaje STEM en un proyecto. Si bien se evidencia el desarrollo de habilidades como el pensamiento lógico y la creatividad, se identifica un vacío metodológico en cuanto a la evaluación cuantitativa del pensamiento crítico; en conjunto, este estudio aporta fundamentos sólidos para justificar la implementación de estrategias contextualizadas y orientadas al fortalecimiento de competencias científicas, especialmente en contextos de baja cobertura tecnológica y educativa.

Por otro lado, el estudio de Alarcón-Castro (2022) constituye un referente valioso para el diseño de ambientes STEM en contextos rurales, al integrar la construcción de prototipos con materiales reutilizables como estrategia didáctica para la enseñanza del ciclo de vida de los insectos; desde un enfoque cualitativo e interpretativo, aplicado en una institución rural con estudiantes de grado décimo, se evidenció el fortalecimiento de la comprensión conceptual, la creatividad, el trabajo en equipo y la conciencia ambiental.

Esta propuesta permitió conectar saberes previos, guías didácticas, TIC y socialización del aprendizaje mediante una “Biogalería”; aunque el estudio no se centra en básica primaria ni en las competencias científicas específicas de indagar y comunicar desde la ciencia, sí aporta una estrategia pedagógica significativa que podría ser adaptada a los grados 3° y 5° para fortalecer la indagación activa y la comunicación científica desde experiencias prácticas y contextualizadas. Además, afirma la pertinencia del uso de materiales del entorno como un elemento clave para ambientes de aprendizaje STEM en zonas rurales.

En la misma secuencia, Ramos-Lizcano et al. (2022), combina una revisión bibliográfica sistemática con un diseño preexperimental para analizar tanto las características comunes de las experiencias educativas STEM como la efectividad de herramientas digitales en la comunicación científica, en la primera parte, se examinaron 53 experiencias desarrolladas en 19 países, destacando tendencias como la incorporación de disciplinas adicionales (STEAM, STEM+H, STEM + Agriculture), el uso de estrategias activas, la integración de TIC y el énfasis en el rol del docente como mediador pedagógico; en la segunda parte, mediante el uso de software de visualización de datos, se evidenció que los estudiantes mejoraron la claridad, precisión y efectividad en la presentación de sus indagaciones científicas.

Por ende, esto refuerza la necesidad de una alfabetización en datos desde etapas tempranas para fortalecer la competencia de comunicar científicamente. Sin embargo, una limitación identificada es la curva de aprendizaje inherente al uso de tecnologías especializadas. Por lo tanto, este trabajo resulta pertinente para el presente proyecto, al evidenciar que la alfabetización digital y la visualización de información son elementos clave en el fortalecimiento de la competencia de comunicar dentro de ambientes de aprendizaje STEM en contextos escolares.

Para dar complemento los artículos anteriores, se tiene en cuenta el estudio de Carvajal (2023), el cual se centra en el análisis de estrategias indagativas en la primera infancia, destacando su eficacia en el fortalecimiento de competencias científicas; desde un enfoque cualitativo hermenéutico y mediante el estudio de múltiples casos, se observó que los niños en edad preescolar demostraron mayor curiosidad, capacidad de observación y formulación de preguntas, lo que refuerza la importancia de iniciar tempranamente el pensamiento científico.

Aunque la población objeto del estudio pertenece al nivel preescolar, sus hallazgos son extrapolables a la básica primaria, en tanto enfatizan la relevancia del contacto directo con los objetos de conocimiento y la estimulación de los sentidos como parte del entorno de aprendizaje;

por ello este artículo respalda el enfoque de la investigación al valorar la indagación como una competencia científica esencial y al resaltar el papel del entorno en la activación de procesos cognitivos, creativos y críticos; si bien no se centra en la comunicación científica como segunda competencia clave de tu estudio, sí aporta evidencia sobre la importancia de diseñar entornos pedagógicos ricos, sensibles y sensoriales para el desarrollo del pensamiento científico en la infancia.

Complementado, Arguello-Guevara (2025), en su artículo, El Método STEM como Recurso Pedagógico de Innovación Curricular para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Comunidades Educativas de Contexto Vulnerable; se orienta a examinar el impacto del enfoque STEM en el fortalecimiento de competencias científicas, particularmente la indagación, en estudiantes de primaria; metodológicamente, el estudio empleó un diseño cuasiexperimental y un enfoque mixto de tipo convergente, utilizando encuestas, entrevistas y observaciones.

La muestra incluyó 150 estudiantes y 15 docentes de cinco sedes rurales de una institución educativa vulnerable; donde los resultados evidencian una mejora significativa en las habilidades de indagación científica, como la formulación de preguntas, el diseño de experimentos y el análisis de datos, así como un aumento del rendimiento escolar en ciencias y una mayor motivación hacia las disciplinas STEM, además, se registró un incremento del 90% en la formación docente para implementar esta metodología como aporte a la investigación, este estudio respalda la eficacia del ambiente de aprendizaje STEM para fortalecer la competencia de indagar desde las ciencias naturales en primaria; no obstante, se advierte la limitación en la generalización de resultados, dado el contexto particular de la muestra.

Asimismo, Losada-Fajardo y Chala-Cardozo (2020), tuvo como propósito analizar cómo los estudiantes de secundaria comunican los resultados de sus proyectos en el marco de una educación basada en STEM, con énfasis en su impacto sobre la orientación vocacional; mediante una investigación cualitativa sustentada en el paradigma crítico social y el enfoque de investigación-acción educativa, se evaluaron presentaciones orales y pósteres científicos elaborados por estudiantes de grado noveno del colegio Juan Luis Londoño de la Salle, es así que los resultados destacaron la importancia de desarrollar habilidades comunicativas como la claridad expositiva, la coherencia argumentativa y el uso adecuado de recursos visuales, aspectos que fortalecen la competencia científica de comunicar.

Sin embargo, una debilidad del estudio radica en que se enfocó principalmente en las formas de presentación, sin profundizar en el contenido conceptual de los proyectos, en relación con nuestra investigación, este trabajo refuerza la necesidad de incluir estrategias pedagógicas que fomenten la expresión científica oral y escrita en ambientes STEM, sobre todo en contextos donde la vocación científica aún no se consolida plenamente.

Por lo anterior es relevante tener en cuenta lo siguiente, Molina-Pacheco y Mesa-Jiménez (2020) explora cómo la incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) dentro de proyectos educativos con enfoque STEM influye en el fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar en contextos rurales; a través de un estudio de caso etnográfico en escuelas del municipio de Tunja, se observó la interacción de los estudiantes con herramientas digitales para recolectar información, analizar datos y comunicar resultados; por ello, el estudio identifica avances significativos en la autonomía investigativa y la capacidad de presentar hallazgos, pero también evidencia una persistente brecha digital, que limita la equidad en el acceso y uso de las TIC.

La metodología que se empleó se centró en un enfoque mixto que integró la observación participante con encuestas a docentes y análisis de políticas pública; entre sus aportes más relevantes está el diseño de una secuencia de integración de TIC que incluye planificación, formación docente, gestión de recursos y seguimiento. Para el presente proyecto, esta investigación resulta pertinente, pues subraya la importancia de vincular herramientas tecnológicas a procesos de indagación científica en escuelas rurales, siempre considerando los factores estructurales que pueden limitar su efectividad.

Asimismo, el estudio de Martelo-Caballero (2023) propone una estrategia de integración entre competencias comunicativas y científicas con el fin de fortalecer el pensamiento científico en el aula de ciencias naturales; la investigación, de enfoque cuantitativo y holístico, se desarrolló con 42 docentes de 17 instituciones rurales, a quienes se aplicó un cuestionario tipo Likert para caracterizar las prácticas didácticas en torno al uso de la lectura y la escritura en la enseñanza de las ciencias.

Los resultados muestran que, si bien existe una intención de incorporar estas competencias, no se cuenta con un plan didáctico estructurado, especialmente en lo concerniente a la producción escrita y al uso de TIC, en este sentido, se plantea la necesidad de integrar dichas competencias de manera articulada, lo cual resulta clave para avanzar en la formación científica de los estudiantes;

esta propuesta aporta a la investigación al evidenciar cómo las habilidades de comunicar en ciencias pueden potenciarse al ser integradas con prácticas de indagación, dentro de ambientes de aprendizaje STEM contextualizados en la educación rural básica.

Complementado, el estudio de Coronado-Peña et al. (2020) se propuso desarrollar competencias científicas en estudiantes de grado sexto mediante una unidad didáctica sobre ecosistemas. La investigación adoptó un enfoque mixto, integrando un componente cuantitativo con cuestionarios y uno cualitativo basado en Investigación-Acción-Participativa (IAP), aplicado a una muestra de 15 estudiantes de una institución oficial en Armenia, Quindío. Los resultados de este estudio evidenciaron mejoras significativas en la formulación de preguntas, la exploración y la comunicación de hallazgos científicos, aspectos esenciales de las competencias científicas de indagar y comunicar. Además, se destacó el papel activo de los estudiantes al manipular materiales, interpretar fenómenos y aplicar el método científico, este trabajo aporta a nuestra investigación al mostrar cómo una secuencia didáctica contextualizada puede fortalecer las competencias científicas en educación básica, alineándose con los principios del enfoque STEM para ambientes de aprendizaje en zonas rurales.

Ahora desde una perspectiva más avanzada Molano-García y Acero-Ordóñez (2025), analiza el impacto de la robótica educativa en la comunicación científica de estudiantes de secundaria, partiendo de un enfoque interdisciplinar, donde la investigación adopta un paradigma mixto con predominancia cualitativa, utilizando encuestas, análisis de presentaciones de proyectos y evaluación de habilidades comunicativas y la muestra estuvo compuesta por estudiantes de educación media de colegios públicos en Bogotá.

Los resultados de esta estrategia evidenciaron mejoras en la capacidad de los estudiantes para comunicar conceptos técnicos, explicar procesos científicos y trabajar colaborativamente; asimismo, se desarrolla y valida una propuesta didáctica específica para la enseñanza de la robótica educativa como herramienta integradora de saberes; por ello, se identifica que una limitación destacada fue el acceso restringido a kits de robótica por su alto costo; como aporte a la investigación, este estudio demuestra que el uso de tecnologías como la robótica, dentro de un enfoque STEM, fortalece significativamente la competencia científica de comunicar, ofreciendo referentes valiosos para diseñar ambientes de aprendizaje que articulen ciencia y tecnología en contextos educativos rurales.

Barrera-Cárdenas y Cristancho-Saavedra (2017), en su estudio tuvo como propósito analizar cómo la resolución de problemas contextualizados contribuye al fortalecimiento de la competencia científica como la habilidad de indagar, en estudiantes de grado noveno; se utiliza un enfoque metodológico mixto con énfasis cualitativo, incorporando encuestas y actividades guiadas mediante un instrumento pedagógico específico: una guía basada en los parámetros del ICFES y en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); donde la muestra estuvo compuesta por estudiantes de la Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana, en Boyacá, y los resultados mostraron un progreso significativo en la formulación de preguntas investigables, la organización de resultados experimentales y el uso crítico de fuentes; por ende, como aporte a la investigación, este estudio ofrece un modelo replicable de enseñanza de la competencia científica de indagar, centrado en ciencias naturales, que puede ser adaptado a contextos rurales y grados inferiores, ahora una limitación destacada es la dificultad para medir con precisión el avance en la competencia de indagación debido a su carácter progresivo y contextual.

Por otra parte, Cabezas-Caicedo (2024), realiza un estudio en una institución rural del municipio de Tumaco, aplicó una estrategia de experimentación pedagógica basada en el método científico con estudiantes de grado cuarto, utilizando el enfoque de investigación-acción, donde los resultados destacaron mejoras en la cooperación, la responsabilidad, el respeto por las ideas ajenas y la apropiación de conceptos científicos, todo en un ambiente activo y participativo. Este estudio demuestra la importancia de emplear metodologías experimentales contextualizadas para fortalecer competencias científicas desde edades tempranas, lo que coincide con los principios del enfoque STEM; su relevancia para la presente investigación radica en demostrar que, incluso en contextos rurales con limitaciones, es posible implementar estrategias didácticas efectivas para desarrollar habilidades de indagación y comunicación científica mediante el aprendizaje práctico y significativo.

Es relevante tener una visión desde el perfil docente, por ello, el artículo de Carvajal-Moreno (2025) examina las estrategias empleadas por docentes rurales para fortalecer las competencias científicas en estudiantes de educación básica, especialmente en zonas con limitaciones materiales y formativas; a través de una revisión crítica y analítica de experiencias pedagógicas, se identifican metodologías como la contextualización del conocimiento científico, la experimentación con recursos del entorno y la integración de saberes locales.

Este estudio recoge y analiza evidencias cualitativas que demuestran cómo estas estrategias fomentan la indagación y el pensamiento crítico en el área de ciencias naturales. Sin embargo, también revela obstáculos como la carencia de formación continua y la baja disponibilidad de recursos. El aporte a nuestra investigación radica en destacar el potencial de ambientes rurales como escenarios propicios para diseñar experiencias STEM que fortalezcan las competencias científicas de indagar y comunicar, siempre que se valoren los contextos culturales y ambientales del territorio.

Olivar-Molina y Flores-López (2024), en su investigación, *Desafíos de la educación STEM en la resignificación de saberes y prácticas comunitarias*, aborda los retos estructurales y culturales que enfrentan las escuelas rurales latinoamericanas al incorporar el enfoque STEM, mediante encuestas y análisis de políticas educativas, por ende se identifican limitaciones recurrentes como la escasa conectividad, la insuficiente formación docente y la falta de recursos adaptados a contextos rurales e indígenas; al mismo tiempo, se reconoció el potencial de una educación contextualizada que integre saberes ancestrales a las ciencias modernas, por ello, los autores plantean que el modelo STEM puede resignificarse desde una perspectiva intercultural crítica, si se considera a las comunidades como agentes activos del proceso educativo.

Aunque se advierte que la diversidad de contextos dificulta generalizar los hallazgos, el artículo propone lineamientos útiles para diseñar estrategias de implementación participativa. Este estudio es clave para la presente investigación, al ofrecer argumentos sobre cómo los ambientes de aprendizaje STEM en zonas rurales pueden ser culturalmente pertinentes, fortalecer la identidad territorial y ampliar la participación comunitaria en el fortalecimiento de competencias científicas.

Ahora bien, una revisión de la literatura existente descubre varias brechas y limitaciones que la investigación podría abordar significativamente; si bien se han realizado estudios sobre entornos de aprendizaje STEM y la adquisición de competencias científicas, pocos exploran específicamente la relación entre la indagación y la comunicación en el marco de un proyecto de ciencia tangible, como la creación de un prototipo de sistema de riego en escuelas rurales de Colombia; las investigaciones anteriores a menudo abordan estas competencias de manera genérica o dentro de contextos urbanos, dejando en gran medida sin examinar el desarrollo integrado y aplicado de estas habilidades en situaciones con recursos limitados y necesidades locales específicas.

En este orden de ideas, el proyecto resalta la necesidad de crear entornos STEM adaptados al campo para reducir las brechas en el aprendizaje de habilidades científicas. Por eso, el sistema

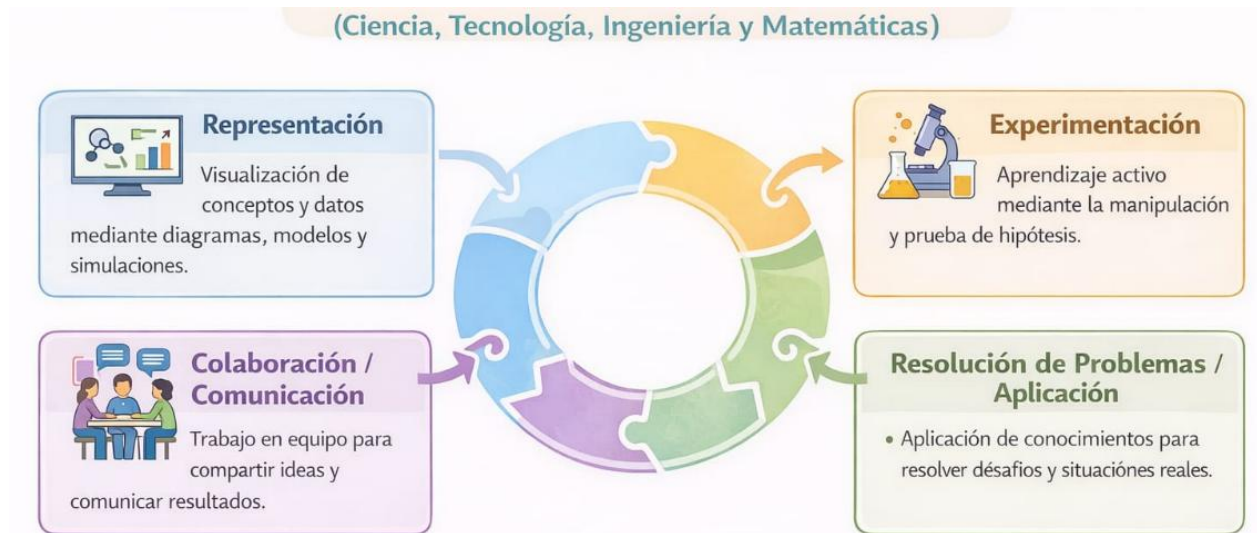
de riego en la Escuela Rural Guayaquil funciona como una estrategia real y escalable que permite a los estudiantes aplicar conocimientos tecnológicos en problemas de su propia comunidad. Así, la educación deja de ser solo teoría para convertirse en una oportunidad de resolver desafíos locales mediante la observación y la práctica constante.

### 2.3. Marco conceptual

En este apartado se abordan los conceptos necesarios que sustentan el diseño del ambiente de aprendizaje STEM, así mismo se presentan referentes necesarios sobre las competencias científicas y la rutina de pensamiento – antes pensaba – ahora sé- las cuales son fundamentales para la recolección de información (ver Figura 12).

#### Figura 12.

##### *Elementos de un Ambiente de aprendizaje STEM*



*Nota. Elaboración propia (2025), con datos tomados de Ramos-Lizcano et al., (2022).*

#### 2.3.1. Teoría Ecológica del Aprendizaje

Desarrollada por Bronfenbrenner (1979) y actualizada por Tudge et al. (2021), plantea que el desarrollo y el aprendizaje del estudiante son el resultado de interacciones dinámicas entre el individuo y los múltiples sistemas en los que se desenvuelve (microsistema, mesosistema, exosistema y macrosistema); en el contexto educativo rural, estas interacciones se dan en entornos con características particulares: limitación de recursos, aulas multigrado, fuerte vínculo comunidad–escuela y aprendizajes ligados a la vida cotidiana.

Esta perspectiva es pertinente para la presente investigación porque permite comprender cómo un ambiente de aprendizaje STEM, contextualizado a la realidad de la Escuela Rural Guayaquil (Manzanares, Caldas), puede fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar en alumnos de 3.º y 5.º, a través de un prototipo a escala de un sistema de riego escolar. A partir de esta visión sobre el entorno de aprendizaje del alumno, es necesario abarcar el concepto de ambiente de aprendizaje, el cual es lugar donde se realizan precisamente las interacciones y se desarrollan procesos educativos.

### *2.3.2. Ambiente de aprendizaje*

Se define como el conjunto de condiciones físicas, sociales, pedagógicas y tecnológicas que facilitan el desarrollo integral del estudiante, no se limita al aula física, sino que abarca las interacciones, los recursos y las metodologías que fomentan la motivación, la indagación y la construcción de conocimiento (UNESCO, 2025). En los contextos rurales, los ambientes de aprendizaje deben ajustarse a los recursos limitados, priorizando la creatividad y el aprovechamiento de materiales locales, donde la integración de elementos de la vida cotidiana en la enseñanza favorece aprendizajes significativos y contextualizados (Timonen et al., 2024).

En la Escuela Rural Guayaquil, este ambiente se estructura mediante un aula multigrado, una huerta escolar y el uso de materiales reciclables como base para la experimentación científica, lo que fortalece el vínculo entre el entorno natural y el aprendizaje formal. Si bien los ambientes de aprendizaje contextualizados son la base para un buen desarrollo de las actividades, tiene más potencial si se integra el enfoque STEM en torno a problemas reales.

### *2.3.3. Ambiente de aprendizaje STEM*

Según MEN (2020), un ambiente de aprendizaje STEM integra la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para abordar problemas reales mediante metodologías activas, además Gras y Alí (2023) mencionan que estos ambientes pueden ser formales (currículo escolar), no formales (clubes o proyectos extracurriculares) e informales (en casa o la comunidad). Freeman et al. (2022) destacan que en entornos con recursos limitados es posible implementar un “STEM de bajo costo” mediante materiales reciclados, estrategias de bajo consumo energético y uso de recursos naturales; por ende, en la vereda Guayaquil, este enfoque resulta clave, ya que promueve aprendizajes significativos en un contexto rural con acceso restringido a tecnología.

En este proyecto, el ambiente de aprendizaje STEM se integra a la huerta escolar, donde los estudiantes diseñarán y evaluarán un prototipo de sistema de riego a escala, sin requerir su

implementación física, pero asegurando un proceso experimental riguroso, fortaleciendo algunas competencias científicas, estas se explican a continuación.

#### *2.3.4. Competencias científicas de indagar y comunicar*

Comprenden la capacidad de indagar (formular preguntas investigables, diseñar y ejecutar experimentos, interpretar resultados) y comunicar (exponer hallazgos, argumentar con base científica y emplear lenguaje técnico), además, según Carvajal-Sánchez et al. (2023), en estudiantes de 8 a 10 años, estas habilidades se desarrollan mejor mediante actividades prácticas y contextualizada.

La indagación escolar fomenta la curiosidad y la autonomía intelectual, mientras que la comunicación científica potencia la claridad y precisión en la transmisión de ideas, por ello en la Escuela Rural Guayaquil, el prototipo de riego permitirá a los alumnos de 3.º y 5.º explorar el ciclo del agua, comprender el funcionamiento de un sistema hidráulico y representar sus conclusiones en esquemas, dibujos y exposiciones orales con vocabulario científico. Para fortalecer las competencias mencionadas, se requiere a su vez, un modo de pensar en particular es así como pensamiento ingenieril toma parte en este proceso.

#### *2.3.5. Pensamiento ingenieril*

El pensamiento ingenieril es la capacidad de aplicar procesos de diseño para resolver problemas, considerando criterios y restricciones (Sung y Kelley, 2022). Incluye fases como la identificación del problema, generación de soluciones, construcción de prototipos, prueba y mejora (National Academy of Engineering, 2020); en niños de 8 a 10 años, este tipo de pensamiento se impulsa mediante retos prácticos que requieran creatividad, colaboración y evaluación crítica de los resultados. En el presente proyecto, los estudiantes aplicarán el pensamiento ingenieril al diseñar un sistema de riego a pequeña escala, evaluando la eficiencia de sus propuestas, reflexionando sobre posibles mejoras.

Es importante también conocer que el pensamiento ingenieril orienta a los alumnos a resolver problemas concretos, en este caso los relacionados con el ambiente y particularmente con el uso del agua para la huerta escolar, por ende, se expone a continuación el concepto de problemas ambientales.

#### *2.3.6. Problemas ambientales*

Según la ONU (2022), los problemas ambientales son alteraciones negativas del medioambiente, derivadas de factores naturales o de la actividad humana, que afectan el equilibrio

de los ecosistemas, por eso entre los más comunes en zonas rurales se encuentran la deforestación, el manejo ineficiente del agua y la degradación del suelo. En la vereda Guayaquil, un desafío particular es la optimización del uso del agua en la huerta escolar, ya que la falta de control en el riego puede ocasionar desperdicio o problemas a las plantas.

Razón por la cual abordar estos problemas en la escuela fomenta conciencia ambiental y fortalece el pensamiento crítico desde la infancia permitiendo que los estudiantes desarrollen soluciones adaptadas a su contexto (Tobar et al., 2020). En este sentido, la huerta escolar se convierte en el escenario pedagógico donde convergen saberes científicos, ambientales y comunitarios, posibilitando aprendizajes auténticos y situados.

### 2.3.7. *Huerta escolar*

Según Braun y Clarke (2023) la huerta escolar es un espacio pedagógico que integra la educación ambiental con las ciencias naturales y la promoción de hábitos sostenibles, así mismo, su valor radica en que funciona como un laboratorio vivo, donde los estudiantes observan ciclos biológicos, realizan prácticas agrícolas y reflexionan sobre el cuidado de los recursos naturales. Además, la huerta escolar fomenta la responsabilidad y el trabajo colaborativo.

En el presente proyecto, la huerta escolar es el escenario para el desarrollo del ambiente STEM, vinculado al diseño y análisis de un prototipo de sistema de riego, permitiendo aplicar conocimientos científicos. Así mismo, la huerta escolar es, además, el entorno en el cual se origina una necesidad a atender, en este caso el acceso a un sistema de riego para las plantas.

### 2.3.8. *Sistema de riego*

Según la FAO (2021) y Soto-Jiménez et al. (2020), un sistema de riego es un conjunto de dispositivos que distribuyen agua de forma controlada a cultivos o jardines puede ser manual, por aspersión o por goteo, y su elección depende de la disponibilidad de recursos y las características del terreno. En este proyecto, el sistema se elaborará a pequeña escala con materiales reciclados, lo que permitirá a los estudiantes experimentar con variables como presión, caudal y distribución del agua.

Esta práctica fortalecerá las competencias de indagar (medir y comparar resultados) y comunicar (explicar el funcionamiento usando términos científicos), fomentando el aprendizaje experimental sin necesidad de implementar el sistema en la huerta real. Es de tener en cuenta que el sistema de riego no lo va a realizar cada alumno, por el contrario, es necesario que haya

colaboración entre los alumnos y se desarrolle un trabajo en conjunto, por lo cual se va a llevar a cabo un proceso colaborativo.

### *2.3.9. Procesos colaborativos*

Los procesos colaborativos implican que varias personas trabajen juntas en la construcción de un conocimiento o la resolución de un problema común (Johnson & Johnson, 2013), en educación, la colaboración promueve el respeto, la escucha activa y la corresponsabilidad. Según Villanueva-Morales et al. (2022), en proyectos STEM el trabajo en equipo potencia el desarrollo de habilidades comunicativas, la creatividad y la resolución conjunta de problemas; en este proyecto, los estudiantes asumirán roles específicos como diseñador, constructor, registrador de datos o expositor, lo que fortalecerá la cohesión grupal, la responsabilidad individual y la argumentación basada en evidencias, potenciando así la calidad de la indagación y la comunicación científica.

Estos procesos colaborativos dialogan con el modelo sociocognitivo que orienta el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la I.E. Aguabonita, donde se reconoce que el aprendizaje se construye en interacción con otros y en escenarios donde la comunidad es protagonista (Institución Educativa Aguabonita, 2024). Ahora bien, es necesario estructurar una secuencia de actividades propias que integren el ambiente de aprendizaje STEM y lleven a los alumnos a la creación del prototipo del sistema de riego, por lo cual es necesario conocer este concepto.

### *2.3.10. Secuencia de actividades*

Las secuencias de actividades son importantes en todo proceso de aprendizaje para llevar un orden y coherencia, según Soto-Ramírez y Escribano-Hervis (2019), la secuencia de actividades es un insumo mediante el cual los alumnos relacionan conocimientos previos con nuevos conocimientos, además las secuencias de actividades deben tener momentos que permitan al alumnado desarrollar las diferentes competencias, así como momentos que permitan al alumnado valorar sus logros y avances, es por ello que en una secuencia de actividades es importante tener orden y secuencialidad entre temas, teniendo como base los objetivos y finalidades de estas.

Esta secuencia se ve enriquecida a su vez con la rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora sé” del Proyecto Cero de la Universidad de Harvard (Harvard Graduate School of Education, 2019), que favorece la metacognición y permite a los estudiantes reconocer cómo sus ideas iniciales se transforman tras el proceso de indagación y experimentación, esta rutina de pensamiento se puede

evidenciar en los momentos A y C y D de cada actividad. Es importante saber que al ser Guayaquil una escuela rural, se maneja el modelo escuela nueva, el cual se explica a continuación.

### *2.3.11. Escuela nueva*

Según el MEN (2021), el modelo escuela nueva es una estrategia que permite a los docentes multigrado atender a varios grados con la misma calidad educativa, este modelo está conformado por guías aprendizaje, las cuales consta de 4 momentos; A. vivencias, Fundamentación, C. ejercitación, D. aplicación, el MEN & corpoeducación (2010), en el manual de implementación de Escuela Nueva, explican en que consiste cada momento, el momento A contiene preguntas cuyo propósito es verificar el conocimiento previo que tienen los alumnos sobre un tema, el momento B contiene cuentos, textos o juegos que lleven al alumno a adquirir nuevos conocimientos, el momento C contiene ejercicios que se resuelven en base a lo visto en el momento B, por ultimo está el momento D, aquí los alumnos resuelven ejercicios y problemas relacionados con su entorno poniendo en práctica lo visto anteriormente.

Es también importante conocer y profundizar sobre la rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora sé” como estrategia para la recolección de datos.

La investigación cualitativa en educación exige métodos de recolección de información que permitan captar no solo resultados de aprendizaje, sino también procesos, percepciones y significados construidos por los estudiantes a lo largo de una experiencia formativa. En este sentido, las rutinas de pensamiento, entendidas como estructuras simples y flexibles que guían el razonamiento, la reflexión y la metacognición, se constituyen en herramientas idóneas para explorar cómo los niños y niñas interpretan lo que aprenden y cómo lo comunican en relación con su contexto (Timonen et al., 2024). Dentro de este marco, la rutina “Antes pensaba, ahora sé” se convierte en un recurso de especial pertinencia para este estudio, dado que permite hacer visible el tránsito entre los conocimientos previos y las nuevas comprensiones alcanzadas durante la implementación del ambiente de aprendizaje STEM.

En primer lugar, esta rutina se fundamenta en el reconocimiento de los saberes iniciales de los estudiantes, que en un entorno rural como el de la Escuela Guayaquil no son abstractos, sino que provienen de la experiencia cotidiana con la naturaleza, la agricultura y la vida comunitaria. De este modo, el apartado “Antes pensaba” ofrece información cualitativa valiosa acerca de concepciones previas, creencias y representaciones espontáneas que los niños poseen sobre fenómenos científicos y ambientales, constituyéndose en un punto de partida para el análisis. Tal

como afirma Perkins (2010), las rutinas de pensamiento tienen la virtud de “hacer visible el pensamiento”, lo que permite a los docentes y a los investigadores observar cómo se construye y evoluciona el conocimiento en el aula.

La dimensión “Ahora sé” facilita el registro reflexivo de los aprendizajes logrados mediante la indagación y la comunicación científica porque permite identificar cómo los estudiantes reorganizan sus ideas e incorporan vocabulario técnico. En ese caso, la rutina no solo recopila datos y contenidos, ya que ayuda a generar explicaciones más elaboradas para dar sentido a los procesos investigados. Por eso, autores como Ritchhart (2015) afirman que estas actividades favorecen la metacognición al invitar al grupo a reflexionar sobre su propio pensamiento para enriquecer la evidencia cualitativa.

En este orden de ideas, la implementación de la rutina contribuye a la recolección de datos porque produce registros escritos, orales y gráficos que sirven para un análisis temático profundo. De esta manera, dichos testimonios directos sobre los procesos de indagación fortalecen la coherencia entre los objetivos y la estrategia empleada. Así, como señala Vygotsky (1979), el aprendizaje se da en la interacción social y este tipo de rutinas hace visible cómo los estudiantes construyen significados en conjunto al compartir sus hallazgos.

#### 2.4. Marco normativo

El presente marco normativo constituye el conjunto de referentes legales, reglamentarias y directrices internacionales que orientan y respaldan la implementación de este proyecto educativo; analizarlo no significa enumerar leyes, sino comprender cómo cada norma se articula y complementa con otras, para dar coherencia y validez a la propuesta de diseñar un ambiente de aprendizaje STEM en la Escuela Rural Guayaquil; en este sentido, las políticas públicas nacionales e internacionales no solo definen principios y objetivos generales de la educación, sino que además habilitan la incorporación de metodologías activas que fomentan competencias científicas, comunicativas y sociales pertinentes al contexto rural.

En primer lugar, la Ley 115 de 1994, conocida como Ley General de Educación, sienta las bases de todo el sistema educativo colombiano al establecer como fines la formación científica, tecnológica y ambiental, esta norma se convierte en el punto de partida de la propuesta, pues legitima que desde la básica primaria se desarrollen proyectos que integren ciencia y tecnología para resolver problemas reales como el riego de la huerta escolar. A su vez, el Decreto 1860 del mismo año, que organiza el plan de estudios, complementa esta visión al promover proyectos

pedagógicos integradores y transversales; donde dicho decreto permite que las ciencias naturales, la tecnología y la ingeniería dialoguen con el contexto rural, favoreciendo la creación de ambientes STEM que trascienden el aula tradicional (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

En este orden de ideas, la Ley 1620 de 2013 destaca la importancia de la convivencia escolar y de las competencias para la vida, subrayando el valor del trabajo colaborativo (Congreso de la República de Colombia, 2013); ya que, esta norma no se limita al aspecto disciplinario, sino que impulsa el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas que son esenciales en un proyecto de construcción colectiva como el diseño de un prototipo de riego. La interacción entre los estudiantes, el diálogo argumentativo y la corresponsabilidad en la toma de decisiones encuentran en esta ley un respaldo explícito, así mismo, la Ley 1874 de 2017 destaca la importancia de fortalecer la ciencia y la tecnología en la educación básica y media (Congreso de la República de Colombia, 2017).

Continuando con este proceso, el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 destaca la importancia de la innovación educativa, la justicia ambiental y el enfoque territorial, ya que este plan reconoce la necesidad de transformar las dinámicas educativas en las zonas rurales, articulando la sostenibilidad con la pertinencia pedagógica; en consecuencia, respalda directamente el diseño de ambientes de aprendizaje que, como en el caso de la vereda Guayaquil, conecten los saberes escolares con la solución de problemas ambientales reales (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2023).

Ahora, en el ámbito internacional, el proyecto se encuentra en consonancia con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, especialmente con el ODS 4, que propone garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, con énfasis en competencias científicas y en la resolución de problemas vinculados a la sostenibilidad (UNESCO, 2015), por ende, este compromiso global refuerza la pertinencia de integrar las competencias de indagar y comunicar en los estudiantes, en un proceso que no solo los forma académicamente, sino que los proyecta como ciudadanos críticos y responsables con el ambiente.

Según la UNESCO (2025) a nivel internacional la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y la Declaración de Incheon sitúan la educación como un derecho humano fundamental y como pilar para garantizar sociedades más equitativas e inclusivas. Estos documentos establecen que la formación debe ser pertinente, equitativa y de calidad, destacando la urgencia de que los

Estados promuevan aprendizajes relevantes en contextos diversos y con una orientación hacia la justicia social.

El enfoque STEM constituye una oportunidad para vincular la enseñanza de las ciencias con la vida cotidiana y con los problemas sociales y ambientales, favoreciendo aprendizajes significativos y duraderos. En consecuencia, este proyecto no se limita a fortalecer competencias científicas de indagación y comunicación desde los primeros grados escolares, sino que adquiere sustento jurídico, pedagógico y ético al alinearse con las políticas vigentes y con los principios internacionales, consolidándose como una propuesta que contribuye a la equidad educativa y al desarrollo sostenible del país (UNESCO, 2025).

Se puede decir entonces que, la teoría ecológica del aprendizaje proporciona el fundamento para comprender cómo las interacciones entre los estudiantes y su entorno, especialmente en contextos rurales como la Escuela Rural Guayaquil, potencian el fortalecimiento de competencias científicas, donde la integración de ambientes de aprendizaje y, en particular, de un entorno STEM adaptado a recursos limitados, posibilita experiencias significativas que vinculan la ciencia con la vida cotidiana.

Las competencias científicas de indagar y comunicar se fortalecen cuando los estudiantes resuelven problemas reales como el uso eficiente del agua y el diseño de un sistema de riego. Por eso, el trabajo colaborativo fomenta el aprendizaje activo junto a valores como la cooperación y la conciencia ambiental en la huerta escolar. En ese caso, estos elementos crean un escenario pedagógico que responde a las necesidades del siglo XXI al tiempo que se adapta a las particularidades del contexto rural. De esta manera, la práctica permite que los niños conecten la ciencia con su territorio para generar soluciones que nacen de la observación y el esfuerzo compartido.

El análisis realizado en este capítulo evidencia que la implementación de ambientes de aprendizaje STEM en contextos rurales, fundamentada en la teoría ecológica del aprendizaje, constituye una estrategia eficaz para fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de educación básica, donde la revisión sistemática de literatura (2020-2025) mostró que la contextualización pedagógica, el uso de recursos locales, el pensamiento ingenieril y los procesos colaborativos son factores clave para lograr aprendizajes significativos y sostenibles (Gras & Alí, 2023; Freeman et al., 2022), asimismo, se identificó que la integración de la huerta escolar y el diseño de prototipos como sistemas de riego favorece la comprensión de problemas

ambientales reales, promueve la creatividad y fomenta la conciencia ecológica desde edades tempranas (Braun y Clarke, 2023; Pérez et al., 2023).

Estos hallazgos respaldan la pertinencia de propuestas educativas situadas, capaces de articular ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con las necesidades y potencialidades del territorio, contribuyendo así a una educación más inclusiva, contextualizada y orientada a la solución de problemas reales (MEN, 2020; Tudge et al., 2021).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Introducción

La metodología constituye el eje central que garantiza la coherencia y la validez de cualquier proceso investigativo. En estudios cualitativos la rigurosidad se entiende como confianza y credibilidad de los procedimientos y resultados, de modo que el diseño, los métodos y las conclusiones sean robustos, transparentes y libres de sesgos. Dicho de otra manera, la coherencia metodológica es una condición necesaria para que los hallazgos sean valorados como científicos; sin rigor, la investigación se convierte en mera ficción y pierde utilidad (Timonen et al., 2024). En este proyecto se parte de esa premisa para planificar, ejecutar y reflexionar sobre un proceso que trasciende la descripción de la realidad educativa de la Escuela Rural Guayaquil, ya que persigue transformarla mediante un ambiente de aprendizaje STEM orientado al fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar.

Un segundo elemento clave es la adopción de criterios alternativos de calidad para las investigaciones cualitativas. Aunque la validez y la fiabilidad son conceptos vinculados a la ruta cuantitativa, debido a las diferencias en la forma de entender la realidad, Lincoln y Guba (1985) propusieron el término *trustworthiness* o criterios de rigor para la investigación cualitativa que incluye la credibilidad, transferencia, dependencia y confirmabilidad, lo que significa aplicar estrategias como la triangulación de fuentes, la revisión entre pares y el contraste de la información con los propios participantes, buscando una respuesta a través de ellos mismos. El presente estudio asume dichas dimensiones como guía para asegurar la integridad del proceso investigativo y, al mismo tiempo, recuperar el énfasis en la verificación durante la investigación y no sólo después del análisis. Así, la construcción del ambiente de aprendizaje STEM y su evaluación se convierten en un ejercicio de autenticidad que integra las experiencias de estudiantes, docentes y contextos.

Autores recientes destacan que la calidad en la investigación cualitativa exige coherencia entre los fundamentos teóricos, las decisiones metodológicas y el análisis, así como una transparencia explícita en la justificación de cada elección (Timonen et al., 2024; Braun y Clarke, 2023). Por esta razón se resalta que la coherencia y la transparencia deben guiar todas las decisiones metodológicas.

### 3.2.Paradigma

El presente estudio se sitúa en el paradigma sociocrítico porque pretende varias cosas: (i) comprender la realidad educativa de la Escuela Rural Guayaquil; (ii) transformarla mediante la implementación de un ambiente de aprendizaje STEM orientado al fortalecimiento de las competencias científicas de indagación y comunicación. Desde este paradigma se reconoce que el conocimiento tiene una dimensión emancipadora: al analizar críticamente las prácticas escolares, se promueve la autocrítica y la acción comunicativa orientada a la mejora de la calidad de vida de la comunidad educativa. En esta línea, Álvarez et al. (2023) señalan que el paradigma sociocrítico impulsa una revolución educativa en Colombia mediante la emancipación del pensamiento y la reestructuración del sistema basada en la argumentación y la participación activa.

Además, el paradigma sociocrítico es pertinente porque responde a la necesidad de fortalecer la gestión educativa rural a partir de la emancipación y de la participación de los actores escolares. Esta investigación toma una posición reflexiva que busca transformar los hallazgos en acciones reales, yendo más allá de solo describir cómo se enseña para analizarlo críticamente y proponer mejoras que de verdad cambien la realidad del aula. Esto permite reconocer a los estudiantes como sujetos de cambio e integrar la visión de los docentes en la construcción de un conocimiento colectivo, donde el paradigma sociocrítico funciona como una herramienta para darle un nuevo sentido a la educación rural y generar transformaciones que apunten a la equidad y al desarrollo de la comunidad.

### 3.3.Enfoque

El estudio se desarrolla desde un enfoque cualitativo porque su propósito es explorar y comprender cómo un ambiente de aprendizaje STEM, basado en la construcción de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar, contribuye al fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de tercero y quinto. Este enfoque privilegia la comprensión profunda de fenómenos educativos complejos, centrando la atención en las experiencias de los participantes y en la interpretación de sus significados en el contexto natural. Siguiendo a Creswell y Poth (2021) y a Hernández-Sampieri y Mendoza (2022), se asume que la investigación cualitativa se interesa por interpretar más que por medir, y que valora las voces y acciones de quienes participan en el proceso.

De igual manera, este enfoque se alinea con la necesidad de reconocer las voces de estudiantes y docentes, así como de captar los procesos pedagógicos que emergen en el contexto

comunitario. Investigaciones recientes indican que la investigación cualitativa permite analizar los contextos educativos de manera flexible, situando al investigador como un agente activo (Bautista, 2022; Álvarez et al., 2023). Desde esta perspectiva, la propuesta STEM no se concibe como una intervención aislada, sino como una oportunidad de transformación pedagógica que se adapta a las características y potencialidades de la comunidad escolar rural. El enfoque cualitativo facilita la interpretación de las interacciones, del lenguaje y de las emociones que surgen en el aula, apoyando la construcción de experiencias de aprendizaje significativas y contextualizadas.

### 3.4. Diseño y métodos

Para responder al objetivo de investigación, se adopta un diseño de estudio de caso con alcance descriptivo, pues permite examinar en profundidad un fenómeno educativo en un contexto específico: la Escuela Rural Guayaquil. Este diseño posibilita una mirada holística de las dinámicas pedagógicas y sociales asociadas a la creación de un prototipo de sistema de riego y a su influencia en las competencias científicas. Autores como Creswell y Poth (2021), Hernández-Sampieri y Mendoza (2022) subrayan que el estudio de caso es idóneo para responder preguntas del tipo cómo y por qué sobre fenómenos contemporáneos en los cuales el investigador no ejerce control directo, y resalta la importancia de relacionar los hallazgos con referentes teóricos y con la realidad del contexto.

Para seguir con este diseño, se utiliza el método del caso como la estrategia principal porque permite investigar cómo son los procesos educativos en el ambiente de aprendizaje STEM y entender de qué forma influyen en las competencias científicas de los estudiantes. El uso de este método busca recoger información de diferentes formas, por lo que se aplican guías de aprendizaje que van orientando las actividades y ayudan a que los estudiantes desarrollen poco a poco sus capacidades para indagar y comunicar, usando experiencias que se adaptan al contexto con materiales reciclables. Por otro lado, se realiza una entrevista semiestructurada basada en la rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora sé”, la cual profundiza en las percepciones y aprendizajes de los participantes. Finalmente, el registro fotográfico documenta momentos clave del proceso, aportando evidencia visual y enriqueciendo el análisis (Soto-Ramírez y Escribano-Hervis (2019).

En la Tabla 3 se describe con más detalle la aplicación de cada instrumento:

**Tabla 3.**

*Instrumentos de recolección de información en la investigación*

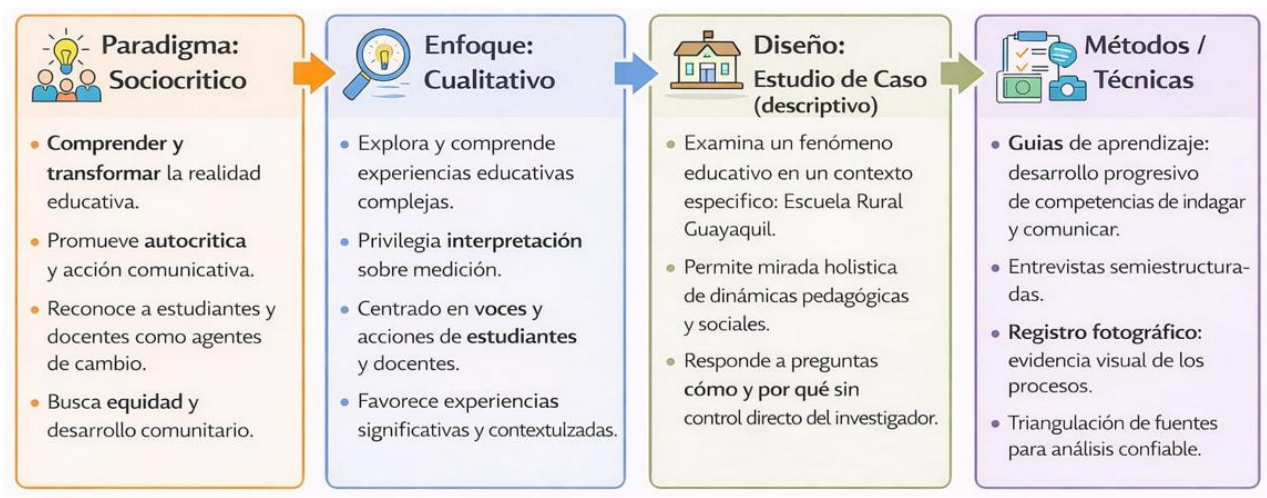
INSTRUMENTO	PROPÓSITO	EJEMPLO APLICADO AL PROYECTO
Guías (secuencia de actividades)	Orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando el desarrollo progresivo de las competencias científicas de indagar y comunicar mediante actividades contextualizadas y acordes al nivel de los estudiantes.	Las guías proponen pasos concretos para que los estudiantes observen, registren y comuniquen sus hallazgos al diseñar y construir de manera colaborativa un prototipo de sistema de riego a pequeña escala con materiales reciclables.
Entrevista semiestructurada (rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora sé”)	Profundizar en las percepciones, los aprendizajes y las dificultades que experimentaron los participantes durante todo el proceso, para entender realmente cómo vivieron la experiencia.	La idea es preguntar a los estudiantes qué pensaban sobre el agua y el riego antes de empezar y qué piensan luego que ya diseñaron el prototipo, comparando sus visiones para ver qué tanto cambió su perspectiva con la intervención.
Registro fotográfico	Capturar los momentos más importantes de todo el proceso, lo que facilita el análisis posterior y la triangulación de datos.	Fotografiar las diferentes etapas del diseño del prototipo de sistema de riego en la huerta escolar.

*Nota. Elaboración propia (2025).*

Al organizar estos instrumentos de acuerdo con los objetivos específicos, se busca obtener una visión integrada del impacto del ambiente de aprendizaje STEM en el aula, tal como se muestra en la siguiente Figura 13.

**Figura 13.**

*Resumen metodología*



*Nota. Elaboración propia (2025).*

La triangulación de datos provenientes de guías, entrevistas, registros fotográficos y observación participante permitirá comprender de manera exhaustiva cómo las actividades de construcción del prototipo de riego potencian la competencia de indagación y cómo la articulación de las voces de los estudiantes fortalece la comunicación científica. De esta forma, la metodología se ajusta a las necesidades de la educación rural, evidenciando la relevancia de integrar estrategias participativas y contextuales en la investigación cualitativa.

### 3.5. Población y muestra

La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes de la Escuela Rural Guayaquil, ubicada en el municipio de Manzanares, departamento de Caldas, Colombia, en las coordenadas geográficas  $5^{\circ}10'1.654''$  N y  $75^{\circ}8'18.877''$  W (ver Figura 14).

#### **Figura 14.**

*Escuela Rural Guayaquil, sede de la Institución Educativa Aguabonita del municipio de Manzanares*



*Nota. La ilustración es una fotografía de la Institución referenciada. Fuente: Autoría propia (2025).*

Según los principios del muestreo intencional en estudios cualitativos, se elige a quienes participan directamente en la intervención pedagógica, ya que representan de manera significativa la dinámica del contexto rural (Creswell y Poth, 2021). Por ello, la muestra está conformada por cuatro estudiantes de la única aula multigrado: dos de grado tercero y dos de grado quinto. Esta

selección se justifica porque, como señalan Álvarez et al. (2023), en las escuelas rurales una misma docente atiende varios grados y la participación de todos los niveles no siempre es viable.

Se observa que la escuela se encuentra en una zona rural de difícil acceso, con recursos limitados y escasa conectividad, realidad común en muchas escuelas de Caldas. Factores como la migración hacia zonas urbanas y aspectos culturales influyen en la baja matrícula, lo cual justifica el diseño de estudio de caso propuesto (Braun y Clarke, 2023). La investigación se desarrolla con la totalidad del grupo disponible en el aula multigrado, conformado por cuatro estudiantes, debido a que no se cuenta con más estudiantes en esos grados en la institución durante el periodo de aplicación. Así, los cuatro estudiantes constituyen un escenario representativo de la ruralidad colombiana: comparten un aula multigrado, participan en la construcción del prototipo de riego y forman parte activa del ambiente de aprendizaje STEM; de esta manera, la investigación se enmarca en la necesidad de visibilizar las particularidades educativas de comunidades con baja densidad estudiantil, generando aprendizajes que pueden ser transferidos y adaptados a otras instituciones con condiciones similares de estudiantes entre los 8 y 10 años.

### 3.6.Fases

Las fases de la investigación marcan la ruta de trabajo (Ver tabla 4) que conecta con los objetivos propuestos, donde cada una permite avanzar de manera ordenada en la recolección, análisis y presentación de la información, asegurando que los resultados sean pertinentes y coherentes con el propósito del estudio.

**Tabla 4.**

*Fases de la investigación*

FASE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS
<b>FASE 1: DISEÑO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM</b>	Primero se hace una revisión enfocada en el marco teórico sobre temas de STEM, la indagación y la comunicación científica en el contexto rural, lo que sirve para diseñar la secuencia de actividades y, así, definir qué materiales reciclables y de bajo costo se necesitan para construir el prototipo a pequeña escala.	Objetivo específico 1
<b>FASE 2: IMPLEMENTACIÓN</b>	En esta parte se aplica la secuencia de actividades en el aula multigrado con los grados 3° y 5°, donde se da un acompañamiento constante en el diseño y la construcción del prototipo de riego mientras se recogen los datos usando las guías de aprendizaje, la entrevista de “antes pensaba y ahora sé” y los registros fotográficos con su consentimiento, lo que permite hacer una socialización de los avances para ir comunicando los resultados.	Objetivo específico 2

FASE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS
<b>FASE 3: ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN</b>	En este apartado se realiza el análisis cualitativo de toda la evidencia y se hace la triangulación de las fuentes técnicas, usando también la rutina de pensamiento de <i>antes pensaba</i> y <i>ahora sé</i> para comparar qué tanto cambiaron las comprensiones en indagación y comunicación, lo que ayuda a dejar lista la redacción de los resultados, las conclusiones y las recomendaciones que se entregan finalmente a la escuela.	Objetivo específico 3

*Nota. Elaboración propia (2025).*

Esta organización metodológica asegura que el proceso investigativo se desarrolle en coherencia con los objetivos propuestos, favoreciendo así el fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar en un contexto rural. Tal como señalan Creswell y Poth (2021), la estructuración en fases permite otorgar rigurosidad al trabajo cualitativo, ya que guía al investigador en la construcción, análisis y validación de los resultados de manera sistemática y contextualizada. Asimismo, la tabla de operacionalización (Ver Tabla 5) organiza las categorías clave de la investigación cualitativa, vinculándolas con dimensiones observables y con indicadores que permiten analizar el fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar en un ambiente de aprendizaje STEM, enmarcado en una problemática ambiental real.

**Tabla 5.**

*Tabla de operacionalización*

CATEGORÍA	DIMENSIONES	INDICADORES (CUALITATIVOS)
<b>AMBIENTES DE APRENDIZAJE STEM</b>	Resolución de problemas con enfoque experimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El estudiante identifica una situación real en su entorno.</li> <li>✓ Propone ideas iniciales para resolver necesidades locales.</li> </ul>
	Secuencia de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participa en actividades contextualizadas e integradoras.</li> <li>✓ Reconoce el uso de materiales del entorno en el proceso.</li> </ul>
<b>COMPETENCIAS CIENTÍFICAS</b>	Indagación activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formula preguntas sobre el sistema de riego y su utilidad.</li> <li>✓ Explora soluciones mediante pruebas con materiales diversos.</li> </ul>
	Comunicación de saberes	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explica ideas y resultados de forma oral, escrita o gráfica.</li> <li>✓ Usa esquemas, dibujos u objetos para representar procesos.</li> </ul>
<b>PENSAMIENTO INGENIERIL</b>	Diseño y funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contribuye al diseño del sistema de riego con funcionalidad básica.</li> <li>✓ Relaciona el flujo del agua con su uso en el cultivo.</li> </ul>
	Aplicación tecnológica en contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emplea materiales disponibles en el entorno.</li> <li>✓ Participa en la solución de un problema escolar real.</li> </ul>
<b>PROBLEMAS AMBIENTALES</b>	Identificación de necesidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reconoce la falta de riego como una problemática ambiental concreta.</li> <li>✓ Vincula la necesidad del sistema con el cuidado del agua.</li> </ul>
	Funcionalidad educativa de la huerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reconoce la huerta como un espacio pedagógico activo.</li> <li>✓ Participa en actividades escolares orientadas al cultivo.</li> </ul>

CATEGORÍA	DIMENSIONES	INDICADORES (CUALITATIVOS)
<b>PROCESOS COLABORATIVOS</b>	Participación en equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se involucra activamente en el desarrollo del prototipo.</li> <li>✓ Asume responsabilidades dentro del grupo de trabajo.</li> </ul>
	Diálogo reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Intercambia ideas con respeto.</li> <li>✓ Justifica decisiones durante el proceso de trabajo en equipo.</li> </ul>

*Nota. Elaboración propia (2025) a partir de (Bronfenbrenner, 1979; UNESCO, 2025; Gras y Ali, 2023; Carvajal-Sánchez et al., 2023; Sung y Kelley, 2022; Tobar et al., 2020; Braun y Clarke, 2023; Soto-Jiménez et al., 2020; Villanueva-Morales et al., 2022).*

**3.7. Criterios de calidad**

La rigurosidad de esta investigación se sustenta en los criterios de calidad propuestos por Lincoln y Guba (1985) para estudios cualitativos: credibilidad, transferibilidad y dependencia. La credibilidad se logra al asegurar que los hallazgos representen fielmente las percepciones de los participantes; en este proyecto se garantizan mediante la triangulación de técnicas como observación participante, entrevistas semiestructuradas y grupos focales con la rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora sé”, permitiendo una visión amplia de los procesos de indagación y comunicación (Soto-Ramírez y Escribano-Hervis, 2019). La transferibilidad se busca al describir con detalle el contexto, las condiciones de la escuela y cómo son las dinámicas pedagógicas en la Escuela Rural Guayaquil, para que así otros docentes puedan ver si estos hallazgos se pueden aplicar en entornos rurales parecidos.

Por otro lado, la idea es que los procedimientos sean consistentes, dejando claro cómo se hace la recolección y el análisis de los datos para que el proceso pueda seguirse en futuras investigaciones. Junto a estos criterios, se usa un formato de validación con expertos basado en Aiken (1980) para que jueces que saben de educación científica y metodología califiquen si los instrumentos son coherentes, incluyendo escalas que permiten ver los puntos fuertes y lo que se puede mejorar en las guías, las entrevistas y las fotos. Además, la reflexividad, transparencia y sistematicidad metodológica son esenciales en los estudios cualitativos, por lo cual esta validación aportará rigor al estudio al garantizar que los instrumentos respondan con precisión a los objetivos de investigación. Al integrar la evaluación de expertos y la triangulación de técnicas, se consolida la legitimidad de los datos y se asegura que los resultados sean comprensibles, plausibles y confiables.

**3.8. Consideraciones éticas**

Teniendo en cuenta que este es un proyecto de investigación cualitativo con paradigma sociocrítico y alcance descriptivo, y que se utilizan como instrumentos una entrevista

semiestructurada con la rutina “Antes pensaba – Ahora sé”, registro fotográfico y tres guías de interaprendizaje, se consideran algunos aspectos éticos para el desarrollo del estudio. Este trabajo cumple con los lineamientos de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que regula las investigaciones con seres humanos. Por las características del estudio, se clasifica como investigación de riesgo mínimo o sin riesgo, porque solo se realizan actividades pedagógicas normales del aula. El registro fotográfico se usa solo como evidencia del proceso y no se divulgan identidades, por lo que la información se maneja de forma confidencial y con fines académicos, guardándose de manera segura en el repositorio de Drive del correo del POLI.

Para la recolección de datos se realiza el consentimiento informado y el asentimiento informado antes de la participación. Este proceso se presenta por escrito según el instrumento y explica los objetivos del estudio, los posibles riesgos y beneficios, el derecho a retirarse en cualquier momento y la protección de los datos (Anexo 1). Solo participan quienes aceptan voluntariamente después de leer y comprender la información. En el manejo de la información se garantiza la confidencialidad y el anonimato de los datos según la Ley 1581 de 2012 de Habeas Data y los principios de la UNESCO (2005) sobre bioética y derechos humanos. Por eso, la información se usa solo con fines académicos y el proceso se realiza con transparencia, sin manipular resultados y respetando los derechos de autor.

La metodología busca que la investigación educativa sea rigurosa y coherente, por lo que se usan estrategias como la triangulación, la reflexividad y la documentación del proceso. De esta manera los resultados pueden servir para contextos educativos similares y aportan a mejorar la enseñanza a partir del diseño de un prototipo de riego que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con el cuidado del ambiente.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Introducción

Este capítulo presenta los resultados obtenidos durante la implementación del ambiente de aprendizaje con enfoque STEM en la Escuela Rural Guayaquil, aquí se muestran los avances logrados por los estudiantes de grado tercero y quinto en relación con las competencias científicas de indagar y comunicar, a partir del diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar.

Primero se presentan los resultados sociodemográficos de los estudiantes que participan en la investigación. En esta parte se comparten algunos datos básicos del grupo como la edad, el grado, el género, con quién viven y el lugar donde residen. Luego se explica cómo se realiza la validación de los instrumentos que se usan en la investigación. Aquí se muestra cómo las guías de aprendizaje y la entrevista semiestructurada son revisadas por jueces expertos antes de aplicarse con los estudiantes.

Después se presentan los resultados del primer objetivo, donde se explica la secuencia de actividades que organiza el ambiente de aprendizaje STEM, aquí se muestra cómo se planean las sesiones y cómo las guías proponen actividades para observar la huerta, reconocer el problema del agua, experimentar con su movimiento y pensar en una solución para el riego. Luego aparecen los resultados del segundo objetivo, donde se muestra cómo se aplica el ambiente de aprendizaje STEM durante las clases, aquí se describen las actividades que realizan los estudiantes cuando salen a la huerta, observan las plantas, hacen preguntas sobre el agua y realizan experimentos para entender cómo se mueve en diferentes inclinaciones, también se muestra cómo el grupo diseña y construye el prototipo de riego usando botellas recicladas y otros materiales del entorno.

Finalmente se presentan los resultados del tercer objetivo, donde se analiza cómo el ambiente de aprendizaje STEM fortalece las competencias de indagar y comunicar. Para esto se utiliza la rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé”, que permite comparar las ideas iniciales de los estudiantes con lo que logran explicar después de realizar las actividades del proyecto. A lo largo del capítulo se incluyen ejemplos reales, dibujos, fotos y respuestas de los estudiantes para evidenciar cómo participaron, qué ideas compartieron, cómo resolvieron problemas y cómo expresaron sus aprendizajes. Esta información ayuda a entender cómo el

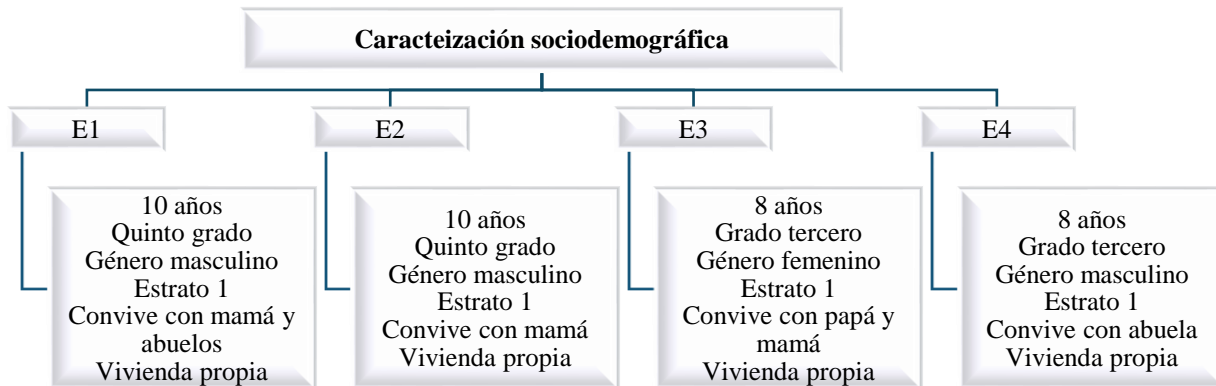
ambiente de aprendizaje STEM aporta al fortalecimiento de sus competencias científicas de indagar y comunicar.

#### 4.2. Resultados sociodemográficos

La caracterización sociodemográfica de los cuatro estudiantes participantes permite comprender el contexto humano en el que se desarrolla el ambiente de aprendizaje STEM, ya que en investigaciones cualitativas la descripción de los participantes es fundamental para interpretar los significados que emergen de la experiencia educativa. En este estudio participaron dos estudiantes de quinto grado y dos de tercero, con edades entre los ocho y diez años, todos pertenecientes a la Escuela Rural Guayaquil. La composición multigrado responde a la organización habitual de las instituciones rurales, donde la interacción entre distintos niveles forma parte del proceso pedagógico y configura un escenario que influye directamente en la dinámica del aprendizaje y en la manera como los estudiantes construyen conocimiento de manera conjunta.

**Figura 15.**

*Caracterización sociodemográfica*



*Nota: Elaboración propia a partir de la encuesta sociodemográfica aplicada a los estudiantes participantes (2025).*

Sobre el género de los participantes, tres estudiantes son hombres y una es mujer, todos pertenecen al estrato socioeconómico 1, situación común en zonas rurales de Manzanares donde predominan familias dedicadas a la agricultura y con acceso limitado a bienes y servicios. En el entorno familiar se observa diversidad: un estudiante vive con su mamá y sus abuelos, otro solo con su mamá, otro con ambos padres y uno más con su abuela, algo frecuente en estos territorios donde los abuelos tienen un papel importante en la crianza. En cuanto a la vivienda, tres residen en casa propia y uno en arriendo, lo que coincide con las dinámicas rurales de propiedad de tierra.

Todos habitan en zona rural, lo que confirma que el ambiente de aprendizaje STEM y el trabajo con el prototipo de riego se desarrollan en un contexto real de ruralidad, aspecto que influye en cómo los estudiantes comprenden los fenómenos del entorno y construyen sus aprendizajes.

#### 4.3. Validación de contenido del instrumento (por jueces expertos)

En esta sección se describe el proceso de validación de contenido de las tres guías de aprendizaje y de la entrevista semiestructurada, realizado antes de su aplicación con los estudiantes. Para este procedimiento se cuenta con la participación de cuatro jueces expertos: tres docentes con formación de maestría en educación y un experto en el modelo Escuela Nueva. Cada uno de ellos revisó los instrumentos y valoró sus ítems a partir de cuatro criterios: claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia. Para organizar todas estas opiniones y ver qué tanto están de acuerdo los jueces, se usa el coeficiente V de Aiken, que es lo que sirve para saber qué preguntas están bien hechas y cuáles necesitan cambios.

En ese caso, los resultados muestran que en las tres guías de clase la mayoría de los puntos sacaron un valor de 0,875 (ver [anexo 7](#)), por eso se entiende que el contenido es muy bueno y tiene una validez muy alta. Esto indica que, en general, las actividades, preguntas e indicadores propuestos son claros, pertinentes y adecuados para niñas y niños de 8 a 10 años pertenecientes a un contexto rural. Los jueces destacaron como principales fortalezas el uso de un lenguaje cercano, la relación directa de las actividades con la huerta escolar y el énfasis en el desarrollo de las competencias científicas de indagación y comunicación. Asimismo, señalaron que las guías presentan una secuencia lógica, que inicia con la exploración del problema del agua, continúa con la experimentación sobre el flujo y la pendiente, y culmina con la construcción del prototipo del sistema de riego, lo cual favorece la coherencia interna del instrumento.

Al mismo tiempo, el análisis con la V de Aiken permite ver algunos puntos que conviene mejorar. En la Guía 1, los indicadores relacionados con “proponer ideas iniciales” y “formular preguntas sobre el sistema de riego” obtienen valores entre 0,375 y 0,75, (ver [anexo 7](#)) que los jueces consideran bajos, esto los lleva a sugerir que se agreguen preguntas detonantes más concretas, momentos explícitos para observar la huerta y ejemplos de preguntas modelo. En la Guía 2, casi todos los ítems alcanzan  $V = 1,00$ , solo el indicador “participa en la solución de un problema escolar real” necesita mayor claridad en el paso a paso de la actividad (ver [anexo 7](#)). En la Guía 3, los valores llegan a  $V = 1,00$  en casi todas las celdas, aunque se recomienda reforzar la evidencia

del diálogo reflexivo al final de la construcción del prototipo para asegurar que todos los estudiantes puedan justificar lo que hicieron (ver anexo 7)

La entrevista semiestructurada basada en la rutina “Antes pensaba – Ahora sé” también se somete a la revisión de los jueces, en este caso, la mayoría de los ítems alcanza valores de  $V = 1,00$ , y los expertos consideran que las preguntas son claras, pertinentes y suficientes para captar cambios en las ideas de los estudiantes sobre el agua, el riego, los materiales reciclados, el trabajo en equipo y la forma de mostrar resultados solo se identifican dos aspectos por mejorar: simplificar la primera pregunta, para que sea más directa (ver anexo 7).

#### 4.4.Resultado del Objetivo Específico 1: Crear una secuencia de actividades que estructure un ambiente de aprendizaje STEM, en donde los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil diseñen un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar con materiales reciclables y comunes

El objetivo específico 1 de esta investigación es crear una secuencia de actividades que organice un ambiente de aprendizaje STEM para estudiantes de 3.º y 5.º de la Escuela Rural Guayaquil; por eso, en este apartado se presentan los resultados de la planeación didáctica, mostrando cómo se estructura la secuencia, cómo se organiza cada sesión y cómo esta propuesta se relaciona con las categorías del marco conceptual y con las competencias de indagar y comunicar. La secuencia se pensó desde el contexto real de la escuela, especialmente la huerta y el problema del agua, siguiendo la idea de que los estudiantes aprenden desde su entorno, como lo plantea la teoría ecológica del aprendizaje; por eso se aprovechan condiciones como el aula multigrado, el trabajo comunitario y los recursos disponibles. A continuación, se presenta la primera sesión de la secuencia.

##### Sesión 1. El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema

Esta primera sesión se diseñó como el punto de partida de toda la secuencia, y su función fue mirar la huerta como un lugar para aprender, reconocer el problema del agua y empezar a indagar a partir de preguntas. en la Figura 16, se muestra que la idea es tener una primera evidencia de cómo el estudiante entiende el problema desde lo que está mirando.

**Figura 16.**

*Guía uno - El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema (ver [anexo 4](#))*

## GUÍA 1

### El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema

**Indicadores de desempeño:**

**Conceptual:** entiendo qué es un sistema de riego y su finalidad.

**Procedimental:** identifico materiales útiles para un sistema de riego.

**Actitudinal:** me preocupo por cuidar el agua y ayudar en el buen manejo de la huerta.

**Integración STEM:**

**Ciencia:** observación y formulación de preguntas

**Tecnología:** identificación de recursos

**Ingeniería:** pensamiento de diseños

**Matemáticas:** tomamos medidas

**Competencias científicas a fortalecer:**

**Indagar:** hago preguntas sobre el problema del agua para el riego de las plantas.

**Comunicar:** cuento mis ideas y las comparto con mis compañeros.

## A vivencias

### Exploremos nuestros conocimientos y sentimientos

Sentémonos en círculo y conversemos sobre:

1. Ve con tu profesora a la huerta escolar, y dibuja las plantas que hay allí, ¿sabes su nombre?
2. ¿Cómo y cada cuando reciben agua las plantas?
3. ¿Qué pasaría si a esas plantas les faltara el agua?
4. ¿Qué pasaría si a esas plantas les cayera exceso de agua?
5. ¿Qué forma tiene la huerta, es cuadrada o rectangular? Con un metro, si es posible, mide el largo y el ancho de la huerta, si las plantas están sembradas en hileras, mide el largo y el ancho de cada hilera.
6. Observa el terreno, ¿es plano o está empinado?

*Nota: La actividad queda diseñada para iniciar procesos de indagación activa mediante preguntas y registros básicos. (Categoría: Indagar).*


La guía plantea preguntas sencillas sobre qué pasaría si a las plantas les faltara agua o tuvieran exceso, para que los estudiantes hablen desde lo que ya conocen de la huerta. Así se inicia la competencia de indagar, porque observan cómo se riega y dónde hace falta agua. De esta manera surge la pregunta central “¿cómo llevar agua a toda la huerta sin desperdiciar?”, que se relaciona con la educación ambiental y con el ambiente de aprendizaje STEM, desde donde los estudiantes pueden pensar y comunicar posibles soluciones.

### Sesión 2. Principios básicos del flujo del agua (Guía 2)

En la Sesión 2 la secuencia se enfoca en que los estudiantes entiendan, de forma práctica y con un experimento, cómo se mueve el agua cuando hay inclinación y cuando no la hay. Esta sesión se incluye porque, si el problema de la huerta es que el agua no llega bien a todas las plantas, entonces primero hay que comprender qué hace que el agua se desplace o se estanque, y eso tiene que ver directamente con la pendiente o inclinación del terreno, como se encuentra en la actividad de la Figura 17. O sea, antes de pensar “cómo hacer el prototipo”, era necesario que los niños tuvieran una base clara para decidir cosas como: la altura del recorrido, la dirección del agua y por dónde conviene que pase.

Figura 17.

Guía dos - Principios básicos del flujo del agua (ver anexo 4)



## GUÍA 2

Principios básicos del flujo del agua

**Indicadores de desempeño:**  
**Conceptual:** reconozco que la inclinación de un terreno influye en el flujo del agua.  
**Procedimental:** realizo experimentos para comprobar como la inclinación impacta en el flujo del agua.  
**Actitudinal:** me divierto experimentando y me esfuerzo por aprender

**Integración STEM:**  
**Ciencia:** hipótesis sobre funcionamiento  
**Tecnología:** uso y reutilización de materiales reciclados  
**Ingeniería:** diseño y planificación del prototipo  
**Matemáticas:** proporciones y medidas


**Competencias científicas a fortalecer:**  
**Indagar:** observo, presunto y reflexiono sobre cómo se mueve el agua  
**Comunicar:** explico el dibujo del sistema de riego y cuento los resultados esperados

### A vivencias

- Recuerdas los materiales reciclados y del medio que seleccionaste y podrían servir para el prototipo del sistema de riego, reúnelos todos y tenlos cerca de ti.
- Ahora dirígete a la huerta escolar y realiza un dibujo de ella.

**Experimento**  
**Materiales:** agua, 3 botellas de litro, 3 latas de guadua, cuaderno, lápiz  
**Instrucciones:**

1. colocamos una lata de guadua sobre el suelo.
2. colocamos la segunda lata de guadua en un extremo apoyada en el suelo y el otro extremo sobre un objeto que tenga 10 cm de alto y sea estable.
3. la tercera lata de guadua en un extremo apoyada en el suelo y el otro extremo sobre un objeto de 20 cm de alto, (si no tenemos objetos con estas medidas exactas usamos los que tengamos)
4. llenamos las tres botellas de agua.
5. Vaciamos cada botella de agua en cada lata de guadua.
6. En el cuaderno anotamos en cual lata de agua fluye mejor el agua, si en la lata 1, la lata 2 o la lata 3



*Nota: La imagen representa el formato que se ideó para registrar el experimento (dibujo del montaje y descripción), diseñado para promover indagación activa: formular preguntas, observar, comparar y explicar resultados con relación de causa–efecto. (Categoría: Indagar y comunicar).*

Esta guía se relaciona con el marco conceptual porque la actividad se realiza en el salón y en la huerta usando materiales que los estudiantes tienen a la mano, como guadua, agua y tarros, dentro de un ambiente de aprendizaje STEM de bajo costo. Así los niños empiezan a pensar como diseñadores: observan un problema, prueban ideas y sacan conclusiones para mejorar una solución, entendiendo que el cuidado del agua es una necesidad real. Los dibujos y caritas que registran en la guía permiten ver cómo indagan al notar que la inclinación cambia la velocidad del agua y cómo comunican lo que descubren. Por eso, al poner en acción lo aprendido investigan materiales reciclados, hacen bocetos en grupo y presentan su propuesta explicando cómo funcionaría.

### Sesión 3 – Diseño del prototipo de riego (planificación)

En la Sesión 3 la secuencia busca que los estudiantes pasen de lo aprendido sobre el flujo del agua a un plan para el sistema de riego, evitando construir el prototipo al azar. Así se conecta con el pensamiento de ingeniería, porque pasan del problema a una solución teniendo en cuenta materiales, tamaño de la huerta y trabajo en equipo. Por eso la guía retoma lo visto sobre la inclinación del agua y plantea preguntas como: “¿Cómo nos fue con el dibujo del prototipo?, ¿tenemos todos los materiales?, ¿cómo podemos unirlos?” como se muestra en la Figura 18,


buscando que los niños propongan ideas, las expliquen y fortalezcan la competencia de indagar al anticipar qué podría funcionar.

**Figura 18.**

*Guía tres - ¡Construcción del prototipo a pequeña escala! (ver anexo 4)*

**GUÍA 3**

¡Construcción del prototipo a pequeña escala!  
Experimentando y construyendo juntos



**Indicadores de desempeño:**  
**Conceptual:** identifico diferentes formas de unir materiales entre sí.  
**Procedimental:** construyo de manera conjunta el prototipo del sistema de riego a pequeña escala.  
**Actitudinal:** trabajo en equipo con respeto y alegría.

**Integración STEM:**  
**Ciencia:** experimentación y registro de datos  
**Tecnología:** uso de materiales reciclables y del ambiente  
**Ingeniería:** armar y ajustar el prototipo del sistema de riego  
**Matemáticas:** medición de materiales y cantidad de agua que fluye.

**Competencias científicas a bordar:**  
**Indagar:** consulto formas artesanales para unir materiales  
**Comunicar:** comento en grupo de manera escrita o/y oral lo que funciona o no funciona del prototipo

**A vivencias**

**Conversatorio:**  
Hagan un sorteo, para ver que rol le corresponde a cada uno al momento de realizar la siguiente actividad.

🌟 **Nuestros Roles en el Grupo son:**

👤 <b>Coordinador o líder</b>	📝 <b>Relator o secretario</b>	🗣️ <b>Vocero o portavoz</b>	👷 <b>Encargado del material</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>🔄 Ayuda a organizar el grupo.</li> <li>👥 Se asegura de que todos participen.</li> <li>📅 Recuerda qué hay que hacer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📄 Escribe las ideas del grupo.</li> <li>📌 Anota los resultados y aprendizajes.</li> <li>📁 Guarda bien las notas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>🗣️ Habla por el grupo.</li> <li>🗣️ Cuenta lo que hicimos y aprendimos.</li> <li>👤 Representa a todos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📦 Reparte los materiales.</li> <li>🔪 Cuida que no se dañen.</li> <li>📦 Los guarda al terminar.</li> </ul>

Después de saber que rol le toca a cada uno, pidan a su profesora los carnet de su respectivo rol.

**Ahora sí, a trabajar:**

- ¿Cómo nos fue con el dibujo del prototipo que vamos a hacer a pequeña escala?

*Nota: La imagen muestra el tipo de actividad planificada en la guía para representar el sistema de riego mediante boceto y explicación escrita. El propósito didáctico es que el estudiante comunique un plan de construcción (qué se hará, con qué materiales y cómo se conectan), antes del armado del prototipo. (Categoría: Comunicar).*

En ese caso, la guía también propone medir el espacio de la huerta para después hacer un dibujo o boceto del sistema de riego a escala pequeña. Por eso, esta parte se hace para que los estudiantes organicen sus ideas y decidan cosas básicas del diseño, como por dónde va a pasar el agua, dónde van a poner las botellas y cómo van a unir todo para que el riego llegue bien a las plantas. Así se nota la integración de STEM, ya que se usa la ciencia al ver cómo cae el agua, la tecnología al usar materiales reciclados, la ingeniería al planear el sistema y las matemáticas al medir las distancias y los espacios de la huerta. Al mismo tiempo, se fortalece el ambiente de aprendizaje contextualizado, ya que todo se hace pensando en lo que hay en la escuela y en la huerta como espacio real de trabajo.

Sesión 4 – Construcción del sistema de riego con materiales reciclables

En la Sesión 4 la secuencia se centra en pasar del dibujo al objeto, es decir, construir el prototipo del sistema de riego usando materiales reciclables y del entorno, tal como se orienta en la Figura 19. Esta sesión se plantea así ya que los estudiantes necesitan ver si realmente funciona cuando se arma, y ahí es donde el aprendizaje se vuelve más real. Primero se orienta a revisar el boceto que ya hicieron, organizarse con una lista de materiales y repartir roles para que el trabajo en equipo sea más ordenado. Esto también se relaciona con los procesos colaborativos, porque cada estudiante asume una responsabilidad y el grupo tiene que ponerse de acuerdo para avanzar.

**Figura 19.**

*Construcción y prueba del sistema de riego con materiales reciclables (ver [anexo 4](#))*

## Cejercitación



**Hagamos nuestro prototipo del sistema de riego.**

Pedimos a la profesora que nos facilite los materiales con los cuales lo vamos a diseñar, para esto pongamos en práctica lo aprendido sobre unión de materiales.

**A la hora de ir diseñando el prototipo, ten presente que hay que:**

- Probar el sistema de riego en tres distintos niveles de inclinación
- Medir tiempos, distancias o velocidad del flujo del agua.
- Registrar datos escritos y graficar (dibujar) los resultados.

**Ejemplo:**

**Registro de Pruebas de Nuestro Prototipo de Sistema de Riego**

Parte del prototipo que probamos	Inclinación o posición	Qué observamos en el recorrido del agua	Tiempo que tardó el agua (segundos)
Ejemplo: tubo principal	Poca inclinación	El agua bajó suave, sin salirse.	6 seg

*Nota: La imagen se usa para representar la fase de construcción y prueba prevista en la guía. Desde el diseño didáctico, esta sesión promueve indagar al observar el comportamiento del agua y ajustar el sistema por ensayo-verificación, y promueve comunicar al explicar el procedimiento, compartir hallazgos y proponer mejoras dentro del equipo. (Categorías: Indagar y Comunicar).*

La guía ayuda a armar el sistema cortando y uniendo las partes, lo que permite hacer pruebas mientras se construye para ver si hay fugas o si algo quedó flojo. Por eso, esta parte se hace para que los estudiantes aprendan practicando, ya que al echar el agua van viendo qué funciona y qué cambios necesitan para mejorar el riego.

Sesión 5 – Socialización y cierre del proyecto

En la Sesión 5 la secuencia se organiza para cerrar el proceso dándole más peso a la comunicación de lo que se construyó y de lo que se aprendió, por medio de observaciones y tablas para explorar esta parte, como se muestra en la Figura 20. Esta sesión se incluye debido a su importancia para que los estudiantes sean capaces de explicar el proceso, mostrar cómo funciona y contar qué aprendieron, sobre todo frente a otras personas. En el momento Antes, la guía prepara la socialización definiendo qué se va a mostrar, quién va a hablar y qué apoyos se van a usar, como carteles, dibujos, esquemas u objetos. Esto ayuda a que la presentación no salga improvisada, y también fortalece el trabajo colaborativo porque el grupo tiene que organizarse y repartir tareas.

**Figura 20.**

*Competencia científica de comunicar: socialización del prototipo (ver anexo 4)*

**2. Formato de Cierre: Exhibición y Reflexión del Prototipo**  
**Datos generales**  
 Tema: presentación y exhibición del prototipo

**1. Datos Generales**

- Nombre del prototipo: \_\_\_\_\_
- Fecha de la presentación: \_\_\_\_\_
- Público asistente: \_\_\_\_\_

*Ajustes y Mejoras al Prototipo*  
 Describa los ajustes y mejoras realizados al prototipo antes de su exhibición:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Presentación del Prototipo*  
 Espacio para registrar cómo se presentó el prototipo a la comunidad escolar, su funcionamiento y beneficios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Auto evaluación grupal de Exhibición del prototipo*

Criterio	Excelente	Bueno	Por mejorar
Funcionamiento del prototipo			
Claridad en la explicación			
Creatividad y presentación			
Trabajo en equipo y entusiasmo			

*Nota: La imagen se integra como soporte del momento de socialización previsto en la guía, donde se fortalece la competencia de comunicar al explicar el funcionamiento del sistema, describir el proceso seguido y responder preguntas con apoyo de recursos visuales u objetos. (Categoría: Luego de Indagar se va a Comunicar).*

La guía orienta la presentación del prototipo ante la comunidad educativa, donde los estudiantes explican cómo funciona, cómo lo armaron y qué dificultades tuvieron, tratando de hacerlo claro y en un orden entendible. También, se hace una reflexión final para reconocer avances y dejar un registro corto del aprendizaje, resaltando cómo cambió su forma de explicar y cómo lograron comunicar mejor. En esta sesión se fortalece principalmente comunicar, pero se nota que esa comunicación sale de todo lo que se indagó antes, porque las respuestas y explicaciones se construyen a partir de las pruebas, observaciones y ajustes que hicieron en el prototipo. Toda la

secuencia de actividades se diseña bajo los principios clave del ambiente de aprendizaje STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), asegurando la integración de estas disciplinas de forma contextualizada, así:

Se plantea un problema real de ciencia ambiental, relacionado con la falta de riego y el cuidado del agua en la huerta, y ese problema le da sentido a toda la investigación. A lo largo de las sesiones se incorporan conceptos científicos como el ciclo del agua, la absorción de las plantas y el flujo de líquidos, pero se trabajan de manera práctica más que teórica, para ajustarse al lenguaje y al nivel de los estudiantes.

La tecnología se hace presente mediante el uso de recursos sencillos, como herramientas básicas y la búsqueda de información en internet sobre sistemas de riego caseros, y también mediante el desarrollo de una mentalidad tecnológica. En este orden de ideas, el estudiante piensa cómo usar los materiales que tiene a la mano para crear un sistema que funcione, siguiendo una lógica de inventar y solucionar problemas, la ingeniería es muy importante aquí, ya que se sigue un proceso de diseño donde se identifica el problema, se imaginan soluciones, se hace un plan y se construye un prototipo para probarlo. Así, el estudiante vive la ingeniería de acuerdo con su edad, usando sus manos y su creatividad para responder a un reto real de su escuela.

De igual manera, las matemáticas se integran todo el tiempo al medir el terreno, contar los materiales como las botellas o las guaduas, y al reconocer formas geométricas cuando dibujan la huerta y el camino del agua.

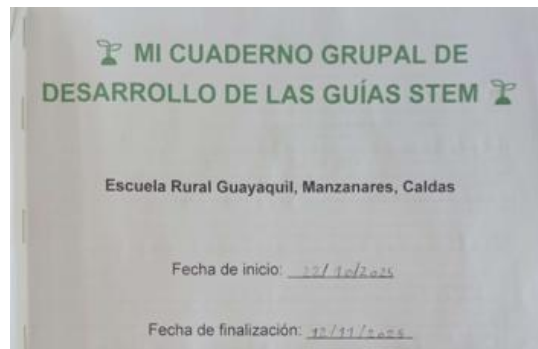
Al planear estas actividades se toman decisiones pedagógicas para que funcionen en un salón rural multigrado y respondan a las necesidades de aprendizaje, organizando las tareas de forma sencilla para que todos participen sin quedarse atrás. Por eso, se plantea el trabajo colaborativo desde el inicio, aprovechando la mezcla de grados para que los estudiantes de tercero y quinto trabajen juntos y aprendan entre pares, ya que en el aula multigrado ese intercambio es parte natural del aprendizaje. En ese caso, se incluye el uso de materiales locales y reciclados como un componente necesario de la planeación, pues se ajusta a las condiciones reales de la escuela donde no hay laboratorios sofisticados, sino recursos como guadua, piedras, tierra y recipientes reutilizables. De esta manera, la secuencia busca que el ambiente de aprendizaje STEM no dependa de recursos externos, permitiendo que la planeación pase del papel a la aplicación real en el aula y en la huerta para observar cómo se desarrollan las competencias de indagar y comunicar durante la experiencia.

4.5. Resultado del Objetivo Específico 2: Aplicar un ambiente de aprendizaje STEM que fortalezca las competencias científicas de indagar y comunicar, en los alumnos de grado 3o y 5o de la escuela rural Guayaquil mediante el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar

El objetivo específico 2 de esta investigación es aplicar un ambiente de aprendizaje STEM en un aula rural multigrado, donde se trabaja con las mismas guías que se diseñaron en el Objetivo 1 (Guía 1, Guía 2 y Guía 3, con sus sesiones), estas se construyeron para la Escuela Rural Guayaquil y para este grupo de trabajo específico; primero se observa, se pregunta, se registra y se conversa, antes de pensar en construir un prototipo. Estos pasos son iniciales de la competencia de indagación, porque el estudiante mira con atención el entorno, identifica lo que pasa y empieza a formular preguntas con base en lo que ve, lo cual está relacionado con la competencia de comunicar. Esta guía activa principalmente la Ciencia por la observación y las preguntas, y las Matemáticas por la medición del espacio, y va preparando el proceso para Tecnología e Ingeniería cuando se empiezan a reconocer recursos y a pensar cómo se podría diseñar un sistema de riego. La guía inicia de esta manera (ver Figura 21).

**Figura 21.**

*Inicio de las guías para fortalecer indagación y comunicación*



*Nota: Portada de la primera guía inicio de la investigación STEM.*

La primera actividad es salir con la profesora a la huerta para observar el espacio real donde después se va a aplicar el sistema de riego. Esta es una actividad de experiencia directa en el entorno; en la Figura 22 se observa a los estudiantes ubicados alrededor de los canteros, mirando las plantas y el terreno, en un momento que funciona como punto de partida del ambiente de aprendizaje STEM: el aula se mueve al contexto y el aprendizaje empieza desde lo que está ahí, no desde una definición. Estas salidas le permiten al estudiante mirar la huerta como un campo de exploración, porque les permite saber el tipo de plantas que hay alrededor, la manera en que las

plantas reciben agua y pueden entender situaciones reales como cuando las plantas reciben más o reciben menos agua de lo que necesitan, sin dejar de lado la observación y análisis del terreno.

**Figura 22.**

*Exploración en la huerta como inicio de indagación*

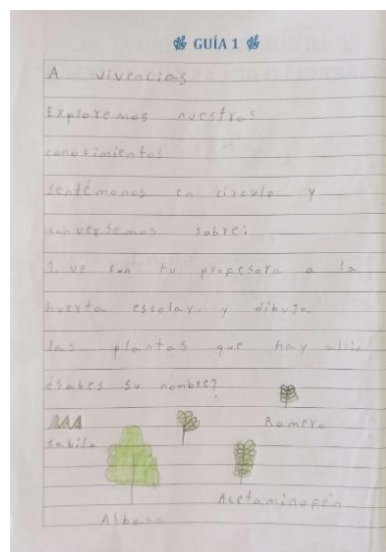


*Nota: La imagen refleja la etapa de exploración del entorno en la que los niños observan las plantas, identifican especies y discuten sus necesidades de agua y luz. Este contacto directo con la huerta los motiva a buscar soluciones para el riego.*

Al inicio, la docente realiza la salida a la huerta para que, tras la observación directa, el estudiante dibuje las plantas y reconozca el entorno antes de abordar el tema del riego. En los registros se observa que el grupo identifica y nombra especies desde su conocimiento cotidiano, apareciendo en las evidencias nombres como sábila, albaca, romero y acetaminofén junto a su representación gráfica (ver Figura 23).

**Figura 23.**

*Registro de observación y dibujo de plantas en la huerta*



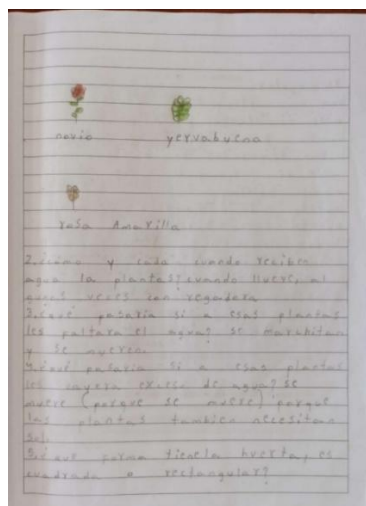
*Nota: evidencia del momento en que el estudiante dibuja y nombra plantas del entorno como parte del inicio de la indagación.*

Esto muestra que el estudiante enlaza lo observado con ideas de su vida diaria, como el uso de plantas medicinales o categorías que circulan en el hogar. Por eso, se reconoce que en escenarios rurales la cercanía de las familias con la tierra facilita que el estudiante use su experiencia para participar y comience a formarse en el reconocimiento, aprovechamiento y cuidado de su propio contexto. Tras el dibujo, la guía plantea preguntas que permiten al estudiante reflexionar sobre el sistema de riego para resolver la necesidad de manejar el agua de forma controlada.

En la Figura 23 se lee la respuesta a la pregunta ¿Cómo y cada cuando reciben agua las plantas? donde el estudiante escribe “*cuando llueve, algunas veces con regadora*”, lo cual tiene sentido en un contexto rural donde el riego depende del clima y del diario vivir escolar. Por eso, desde la competencia de indagar, esta respuesta muestra que el niño parte de lo que observa para entender cómo se riega en la práctica y por qué se necesita un sistema que reparta bien el agua sin desperdiciarla. En la pregunta ¿Qué pasaría si a esas plantas les faltara el agua?, los estudiantes responden “*se marchitan y se mueren*” (ver Figura 24), evidenciando una relación causal directa entre la falta de recurso y el deterioro vegetal. Así mismo, ante el interrogante sobre ¿Qué pasaría si a esas plantas les cayera exceso de agua? aparece la explicación “*se muere (porque se muere) porque las plantas también necesitan sol*”; idea que se relaciona con el ambiente de aprendizaje STEM al mostrar que el estudiante comprende que el exceso afecta la salud de la planta en interacción con otros factores.

### Figura 24.

*Respuestas del estudiante sobre frecuencia de riego y efectos por falta o exceso de agua*

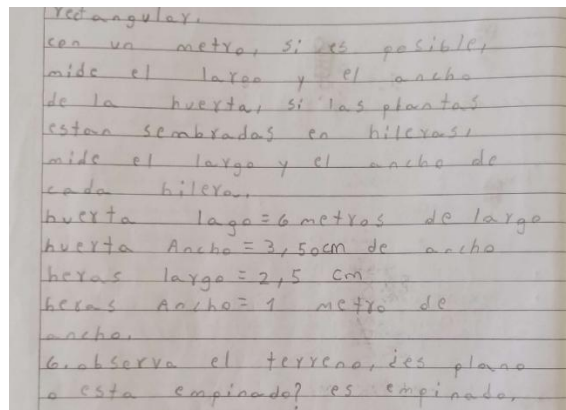


*Nota: evidencia escrita donde se observa la comprensión inicial del estudiante sobre el manejo del agua en la huerta y sus consecuencias.*

Estas tres preguntas fortalecen al mismo tiempo indagar, porque el estudiante observa su realidad y construye explicaciones desde lo que ve, y comunicar, porque logra expresar esas ideas con palabras propias y compartirlas en la guía. Además, esta parte sostiene el indicador actitudinal “me preocupo por cuidar el agua”, porque si el estudiante reconoce que el exceso también daña, comprende por qué es importante no desperdiciar el recurso y regar de forma controlada. Por eso, durante la aplicación de la propuesta se da valor a las Matemáticas dentro del ambiente de aprendizaje STEM, ya que además de observar es necesario medir el espacio. En la Figura 25 los estudiantes escriben “rectangular”, y registran medidas como: “*huerta largo = 6 metros de largo*” y “*huerta Ancho = 3,50 cm de ancho*”, además de las hileras: “*hileras largo = 2,5 cm*” e “*hileras Ancho = 1 metro de ancho*”. Así, más allá de las confusiones en las unidades, lo importante es que el estudiante entra en la lógica de tomar datos del espacio real, lo cual es clave porque el diseño del sistema de riego se define con base en el tamaño y organización de la huerta.

**Figura 25.**

*Registro de forma de la huerta, mediciones y observación del terreno*



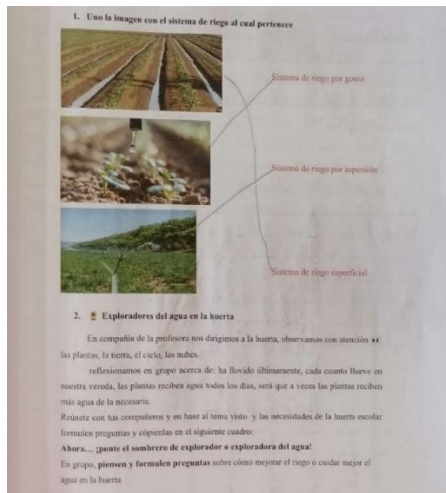
*Nota: evidencia de integración de Matemáticas e Ingeniería en el ambiente STEM, a través del registro de dimensiones y condiciones del terreno.*

Desde esta parte de la aplicación de la propuesta, los estudiantes trabajan el indicador conceptual al entender qué es un sistema de riego y para qué sirve, pero desde una comparación entre ejemplos. La instrucción de la guía en la Figura 26 dice literalmente: “*Uno la imagen con el sistema de riego al cual pertenece*”. Esto hace que el estudiante tenga que mirar con detalle qué está pasando en cada foto, si el agua corre por canales, si cae como “lluvia” o si sale gota a gota cerca de la planta; lo que aquí se muestra es importante porque ahí se activa la competencia *indagar*, ya que el estudiante responde por observación cuando identifica señales visuales (surcos

con agua, gotas cerca de la raíz, aspersores en el campo) y toma una decisión. Además, también se fortalece *comunicar*, porque al unir con líneas está mostrando su idea, es decir, está dejando un registro que después se puede revisar en grupo y conversar: “¿por qué crees que esa imagen es goteo?” o “¿qué te hizo pensar que era aspersión?”.

**Figura 26.**

*Actividad de relación: tipos de sistema de riego*

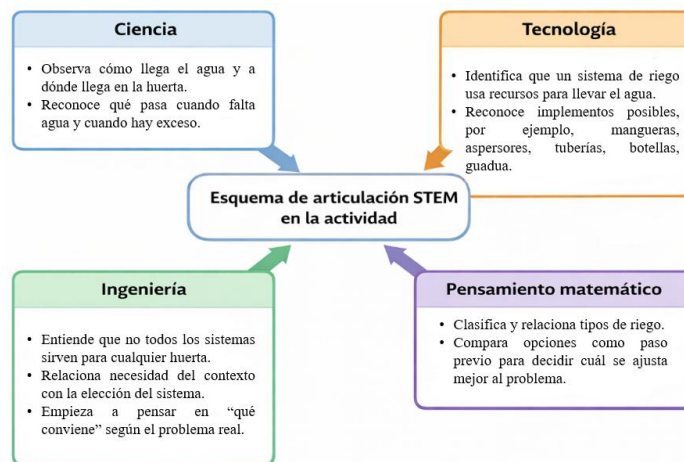


*Nota: evidencia donde el estudiante une imágenes con “Sistema de riego por goteo”, “Sistema de riego por aspersión” y “Sistema de riego superficial”.*

Desde el ambiente de aprendizaje STEM, esta actividad articula varias cosas al mismo tiempo, como se observa en la Figura 27.

**Figura 27.**

*Articulación STEM en la actividad de los sistemas de riego*



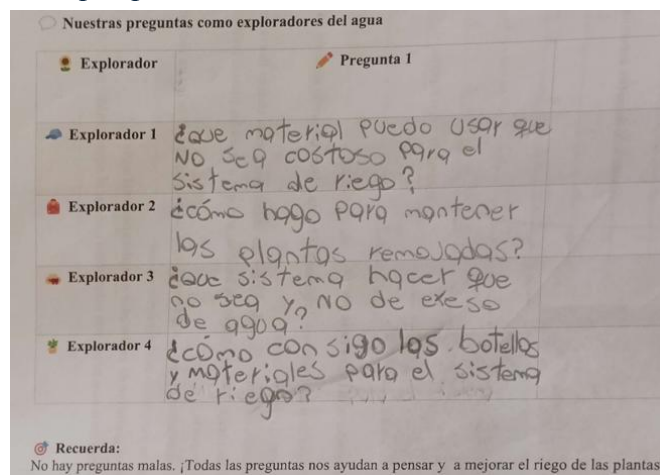
*Nota: la figura muestra cómo en esta actividad el estudiante trabaja ciencia, tecnología, ingeniería y pensamiento matemático al mismo tiempo. También ayuda a ver que cada parte del área STEM aporta algo para entender el agua y para pensar en un sistema de riego adecuado para la huerta.*

Esto conecta con el marco conceptual, donde la guía busca que los estudiantes entiendan que el riego tiene que ver con el control del agua y el cuidado de las plantas. Por ejemplo, el riego por goteo se relaciona con el uso eficiente al caer directo a la raíz, mientras que el superficial puede desperdiciar más si el terreno absorbe de forma desigual. En ese caso, la actividad funciona como base para lo que sigue en la huerta, pues el estudiante necesita conocer qué opciones existen y sus diferencias para enfrentar la falta o el desperdicio del recurso.

Así, la competencia de indagar se fortalece cuando la guía indica: “*Ahora... ¡ponte el sombrero de explorador o exploradora del agua! En grupo, piensen y formulen preguntas sobre cómo mejorar el riego o cuidar mejor el agua en la huerta*” (ver Figura 28). Esta parte es fundamental porque el estudiante asume un rol activo y piensa con preguntas propias que registra en el cuadro de evidencias. En la hoja de “*Nuestras preguntas como exploradores del agua*” aparecen interrogantes reales como: “¿qué material puedo usar que no sea costoso para el sistema de riego? ¿Cómo hago para mantener las plantas remojadas? ¿qué sistema hacer que no sea y no dé exceso de agua? y ¿cómo consigo las botellas y materiales para el sistema del riego?”. Estas preguntas muestran que el ambiente de aprendizaje STEM funciona, porque los niños cuestionan lo que de verdad tiene que ver con su huerta y su vivencia escolar.

**Figura 28.**

*Planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes tras la observación del entorno*



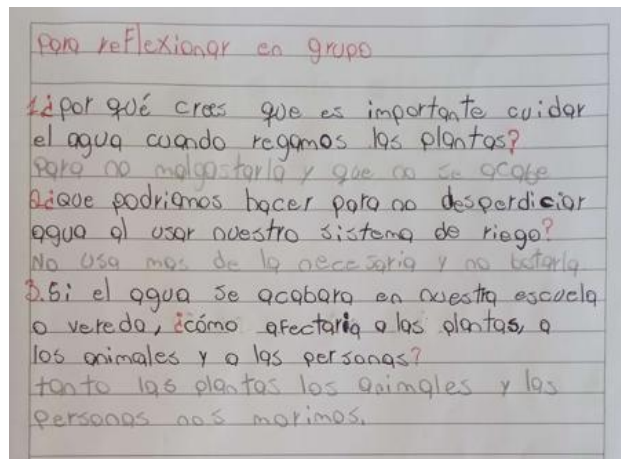
*Nota: La imagen evidencia la competencia de indagar: generación de preguntas investigables y suposiciones a comprobar.*

Estas preguntas se conectan con el indicador actitudinal, porque varias muestran preocupación por cuidar el recurso y usarlo bien; por eso, no se trata solo de regar, sino de hacerlo

sin desperdiciar y sin dañar las plantas por exceso. Esto es fundamental en el proyecto, pues el estudiante entiende que el agua se cuida y que el riego se puede mejorar para que sea más responsable, sobre todo en un contexto rural donde el recurso y la huerta hacen parte de la vida diaria. En ese caso, aunque en esta sesión se trabaja más la competencia de indagar, la de comunicar está presente todo el tiempo porque las actividades se hacen en grupo; así, el equipo observa, conversa, llega a acuerdos y deja un registro escrito, como se observa en la parte de “*para reflexionar en grupo*” de la Figura 29. En esa actividad el estudiante explica la importancia de cuidar el agua y, ante la pregunta “¿por qué crees que es importante cuidar el agua cuando regamos las plantas?”, responden “*para no malgastarla y que no se acabe*”; además, cuando se les cuestiona sobre “¿qué podríamos hacer para no desperdiciar agua al usar nuestro sistema de riego?”, aparece la idea clave de “*No usar más de la necesaria y no botarla*”, lo cual confirma que ya piensan en el control del agua dentro del ambiente de aprendizaje STEM.

### Figura 29.

*Reflexión grupal para el fortalecimiento de la competencia de indagación*



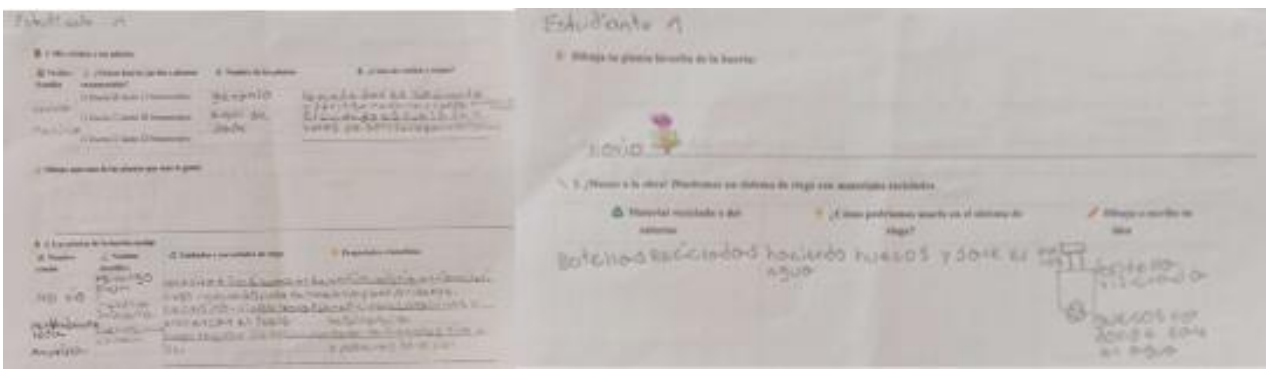
*Nota: En la imagen se muestra la nota de los estudiantes respondiendo sus preguntas y discutiendo posibles respuestas, lo que refleja su capacidad creciente para indagar mediante la pregunta y la predicción fundamentada.*

Incluso cuando se plantea qué pasaría si el agua se acabara, los estudiantes responden: “*tanto las plantas los animales y las personas nos morimos*” (Figura 29); esta respuesta muestra que el alumno relaciona el recurso con la vida y el cuidado, fortaleciendo lo actitudinal y dejando ver que el proyecto toca una parte ambiental real. En esta sección es claro el proceso de observar, preguntar, reflexionar y registrar, secuencia que encaja con el ambiente de aprendizaje STEM porque el aprendizaje muestra evidencias tangibles. Por eso, tras la salida a la huerta y las preguntas iniciales, se pasa a una fase de ejercitación donde el estudiante organiza lo que sabe mediante

tablas, dibujos y respuestas cortas; así, se nota que los niños traen saberes del hogar y de la vereda, como se observa en el cuadro “*Mis vecinos y sus plantas*”, donde el Estudiante 1 anota especies como geranio y árbol de jade, indicando cuidados como “*le puede dar el sol directo...*” y que el riego es “*mañana y tarde*” o “*cada 15 días*” (ver Figura 30).

**Figura 30.**

*Registro del Estudiante 1 en la Guía 1: reconocimiento de plantas y primera idea de riego*

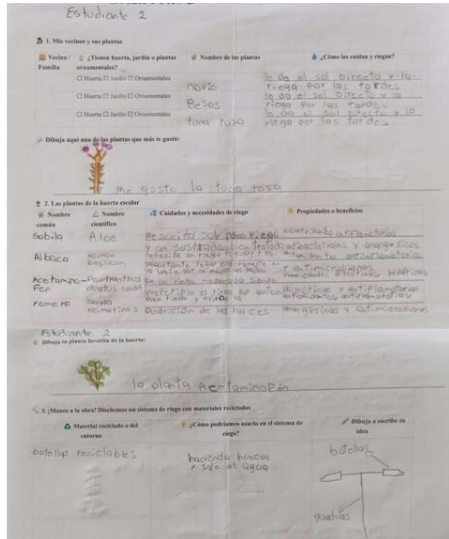


*Nota: La imagen muestra el diligenciamiento de los cuadros de “Mis vecinos y sus plantas” y “Las plantas de la huerta escolar”, junto con un dibujo inicial del sistema de riego con materiales reciclados.*

En las respuestas del estudiante 2 aparecen nombres de plantas como novio, besos y tuna roja, y repite una idea que para ellos es clave: “*le da el sol directo y lo riega por las tardes*” (ver Figura 31).

**Figura 31.**

*Registro del Estudiante 2 en la Guía 1: descripción de plantas de la huerta y propuesta de prototipo*

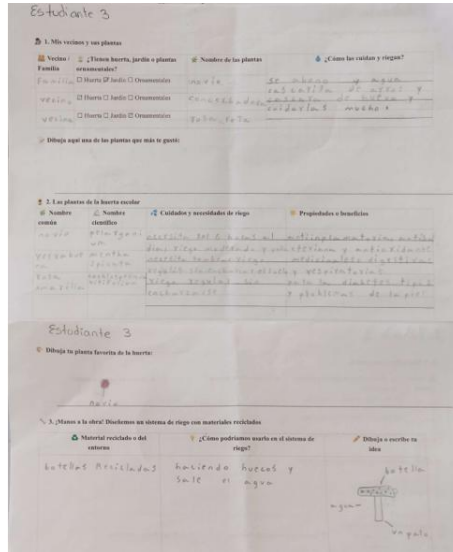


*Nota: La imagen presenta la identificación de plantas de la huerta y de su entorno, con descripciones sobre riego y cuidados, además de una propuesta de sistema de riego usando botellas y guadua.*

En las respuestas del estudiante 3, aunque lo escribe más corto, también deja ver ese mismo enfoque práctico cuando menciona acciones como abonar, echar agua y cuidar, en sus palabras menciona: “*se abona y agua*”, “*cascarás de huevo y cuidarlas mucho*” (ver Figura 32).

**Figura 32.**

*Registro del Estudiante 3 en la Guía 1: observación del entorno y diseño inicial del riego*



*Nota: La imagen evidencia el trabajo del estudiante al registrar nombres de plantas, cuidados y una idea de riego basada en botellas recicladas con perforaciones para controlar la salida del agua.*

Todo esto muestra el indicador conceptual de la guía funcionando desde lo cotidiano, pues el alumno parte de lo que conoce en su casa para entrar al problema real del riego; así, al decir “*sol directo*”, “*regar por las tardes*” o “*cada 15 días*” (E1), identifican variables como luz y frecuencia que son fundamentales para el diseño. En ese caso, la guía lleva a mirar las plantas como seres con necesidades, integrando un dato procedimental donde el estudiante aprende un modo de trabajo (ver Figura 30). Después, en “*Las plantas de la huerta escolar*”, el registro de E2 incluye “*sábila, albahaca, romero*” y “*acetaminofén*” (ver Figura 31), lo cual confirma que se reconoce el entorno desde lo medicinal y lo rural; por eso, esta parte permite hablar de cuidados reales y beneficios como “*cicatrizante y antiinflamatorio*”, ampliando la utilidad de la huerta.

Así mismo, se fortalece comunicar porque los estudiantes explican ideas mediante dibujos y escritos en “*Manos a la obra: Diseñemos un sistema de riego con materiales reciclados*”; por ejemplo, E1 escribe “*botellas recicladas*” y explica “*haciendo huecos y sale el agua*” (ver Figura 30), mientras E3 plantea “*botellas recicladas*”, “*haciendo huecos y sale el agua*” y dibuja “*un palo*” como soporte (ver Figura 32). E2 también registra “*botellas reciclables*” y “*guaduas*” (ver

Figura 31), evidenciando un principio de diseño común donde el agua sale por huecos de forma controlada.

**Figura 33.**

*Flujo del agua en canales como evidencia de la competencia de indagación*



*Nota: La imagen muestra el experimento inicial sobre la inclinación, fortaleciendo la competencia científica de indagación.*

Para entender el funcionamiento del circuito, la Figura 34 muestra las guaduas por tramos y con apoyos que dan altura, permitiendo observar cómo el agua corre según la pendiente; por eso, esto se conecta con el indicador conceptual al indagar cómo la inclinación cambia el flujo hídrico.

**Figura 34.**

*Circuito con guaduas y recipientes – indagación*



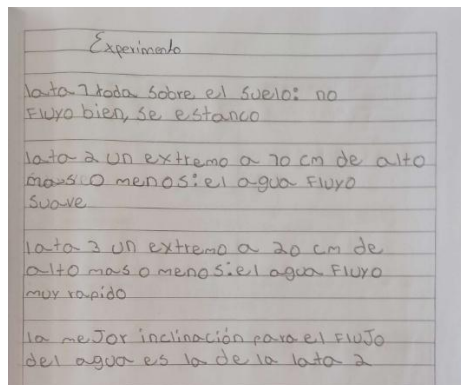
*Nota: Esta imagen es evidencia de la competencia de indagar, porque muestra la realización de un experimento para recoger datos sobre la eficacia de la solución propuesta.*

En ese caso, el grupo analiza el recorrido comparando niveles de inclinación, logrando que la integración en el ambiente de aprendizaje STEM sea natural. Así, usan la ciencia en sus suposiciones, la ingeniería al unir las guaduas, la tecnología con materiales reciclados y las matemáticas al medir alturas reales de 5 cm o 15 cm; de esta manera, diferencian con precisión el impacto de la pendiente en el sistema.

Los registros permiten ver cómo las ideas de los estudiantes avanzan desde la indagación hacia la comunicación escrita; por ejemplo, en la Figura 35 cuentan lo que pasa en cada prueba y escriben que en la lata 1 *“toda sobre el suelo no fluyo bien, se estancó”*, reconociendo que sin inclinación el agua se queda quieta; al cambiar la altura, anotan que en la lata 2 *“el agua fluyo suave”*, notando que el recurso corre sin irse rápido, en la lata 3 mencionan que *“el agua fluyo muy rápido”*. Con esto se nota que comparan resultados y no se quedan solo en la descripción, sino que concluyen que *“la mejor inclinación para el flujo del agua es la de la lata 2”*.

**Figura 35.**

*Análisis del experimento circuito con guaduas*











*Nota: En la evidencia el estudiante describe los resultados del experimento en tres condiciones dando resultado a la competencia de comunicación.*

La guía busca que los estudiantes comuniquen sus conocimientos mediante la redacción de ideas clave en tablas de observación, como se muestra en la Figura 36, donde el circuito queda organizado por tramos; allí escriben que en el tramo sin inclinación *“no fluyo bien el agua, se estancó”*, dejando evidencia de que cuando la guadua está plana el recurso no avanza. Luego, anotan que con un poco de pendiente *“el agua fluyo despacio”*, mientras que en los tramos con mayor inclinación registran que *“el agua fluyo un poquito rápido”* y *“el agua fluyo rápido”*, notando que a mayor pendiente el flujo baja con más fuerza. Por eso, el estudiante usa la tabla para

ordenar lo que pasa en el experimento y sacar conclusiones que sirven para el prototipo, escribiendo que “el agua no debe estancarse”, “debe fluir despacio” y “no debe fluir tan rápido”.

**Figura 36.**

*Pendiente y flujo del agua como evidencia de la competencia de comunicación*

Canal de Gradua	Dibaja	¿Qué pasa con el agua?	Selecciona la Carta con la que identificas el flujo de agua en una línea del terreno.
N° 4 (con inclinación)		no fluye bien el agua, se estanca	
N° 3 (5 cm aproximadamente)		el agua fluye despacio	
N° 2 (10 cm aproximadamente)		el agua fluye un poquito rápido	
N° 1 (15 cm aproximadamente)		el agua fluye rápido	

Mi conclusión:  
 - el agua no debe estancarse  
 - el agua debe fluir despacio  
 - el agua no debe fluir tan rápido

Cualquier material reciclable puede usarse para la elaboración del sistema de riego. NO, porque se usaron agua y el papel y el cartón se dañan

*Nota: La imagen ofrece una vista sobre las conclusiones realizadas por los estudiantes después del experimento de inclinación y flujo del agua. Esta evidencia se asocia a la competencia científica de comunicación porque el estudiante registra resultados y formula conclusiones a partir de la experiencia.*

La comunicación se evidencia en la organización grupal para ejecutar el experimento y registrar resultados en la tabla; así, la indagación avanza al comparar inclinaciones y concluir que el punto medio es ideal para evitar el estancamiento o el desperdicio. Por eso, estos hallazgos permiten que el estudiante diseñe su prototipo (Figura 37), fortaleciendo el indicador procedimental al expresar sus ideas con orden.

**Figura 37.**

*Diseño de prototipos del sistema de riego*



*Nota: A través del dibujo, organizaron la ubicación de las botellas, la ruta del agua y la colocación de soportes.*

El estudiante ubica elementos vistos anteriormente, y así puede mostrar cómo imagina el recorrido del agua y cómo se conectan las partes del prototipo, como se muestra señalado en la Figura 38. A medida que avanza el trabajo, los dibujos muestran un cambio progresivo en el nivel de detalle. En un primer momento, la mayoría representa un tubo como idea inicial, pero después incorpora elementos más específicos del sistema

**Figura 38.**

*Continuación del diseño de prototipo – comunicación*



*Nota: Continuación del diseño de prototipo para una huerta completa.*

En la Figura 39 se ve un trabajo más de equipo alrededor del boceto, porque los estudiantes se reúnen, observan el mismo dibujo y lo van ajustando mientras trazan líneas y agregan partes.

**Figura 39.**

*Bocetos de los prototipos del sistema de riego para la huerta de los estudiantes*



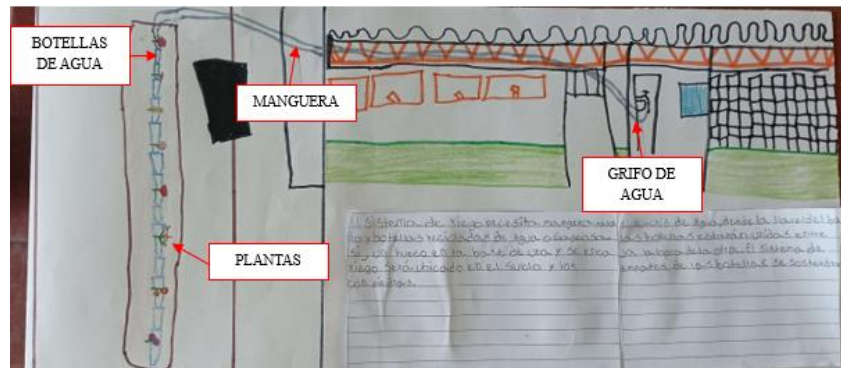
*Nota: Los estudiantes observaron cómo varía el flujo del agua en distintas pendientes y toman notas, reforzando la importancia de la observación y la comunicación científica para adaptarlo a sus prototipos.*

Esto ayuda a que la idea del prototipo quede más clara para todos, ya que el esquema les permite discutir el recorrido del agua, ubicar dónde irían las botellas o canaletas y pensar cómo sostener el sistema para que no se mueva. También se nota la comunicación en el proceso, porque al construir el dibujo entre varios tienen que explicar lo que proponen, escuchar al compañero y

llegar a acuerdos sobre qué se deja y qué se cambia antes de pasar al armado. En varios casos, el estudiante ya dibuja la huerta completa y ubica el sistema de riego dentro de ese espacio, mostrando dónde quedaría instalado y cómo se relaciona con las hileras de plantas. En este boceto final de la Figura 40 se ve más detalle en la manguera conectada a la llave, en las botellas organizadas en cadena y en el uso de piedras como soporte.

**Figura 40.**

*Boceto terminado*



*Nota: Los estudiante dibujan una fila vertical de botellas de agua y una manguera conectada a la llave; indican los agujeros por donde sale el agua y explican cómo se sostendrán con piedras. Al lado izquierdo describen el abastecimiento y al centro se muestra la huerta.*

Estos dibujos evidencian avances en el componente conceptual porque el estudiante incorpora elementos concretos del sistema y empieza a nombrarlos dentro de su explicación, el estudiante menciona:

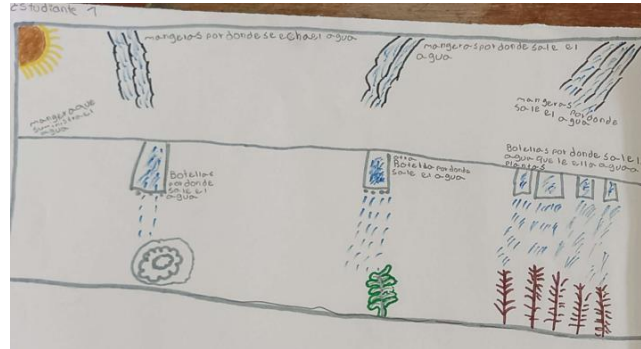
*El sistema de riego necesita manguera para el suministro de agua, desde la llave del baño y botellas recicladas de agua o Gaseosa. Las botellas estarán unidas entre sí, un hueco en la base de una y se encaja una a la boca de la otra. El sistema de riego será ubicado en el suelo y los empates de las botellas se sostendrán con piedras.*

Se nota una explicación bien armada y en orden, porque primero dice qué materiales necesita “manguera... y botellas recicladas”, después explica de dónde sale el agua “desde la llave del baño”, y luego describe cómo se arma el sistema “un hueco en la base... se encaja una a la boca de la otra”. Finalmente, cierra con cómo se instala y sostiene “ubicado en el suelo... se sostendrán con piedras”, que es un detalle práctico clave. También usa tecnicismos sencillos pero adecuados entendiendo el avance comunicativo que ha tenido el estudiante, utilizando palabras como: suministro de agua, base, encajar, empates y se sostendrán. El estudiante no está diciendo “lo pegamos”, sino que está pensando en uniones, conexiones y soporte, que ya es un lenguaje más técnico para hablar de un prototipo de riego.

La diversidad de representaciones se ve en los bocetos de distintos estudiantes, En este dibujo el estudiante 1 (Figura 41) se centra en el recorrido del agua y en los puntos de salida, señalando mangueras, botellas y zonas donde el agua cae directamente sobre las plantas.

**Figura 41.**

*Boceto del estudiante 1*

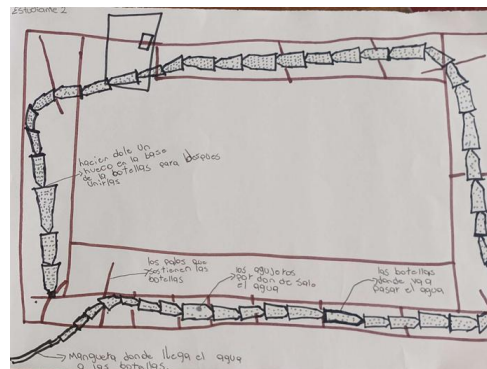


*Nota: El sistema de riego del estudiante 1 permite entender cómo el agua se distribuye y qué partes cumplen ese propósito dentro del sistema.*

El estudiante 2 representa un sistema más estructurado, con botellas conectadas entre sí alrededor de la huerta y una manguera que abastece el circuito (Figura 42). Además, incluye anotaciones sobre los agujeros, los palos que sostienen las botellas y el punto por donde entra el agua, lo que indica una preocupación por la estabilidad y el funcionamiento continuo del sistema.

**Figura 42.**

*Boceto del estudiante 2*

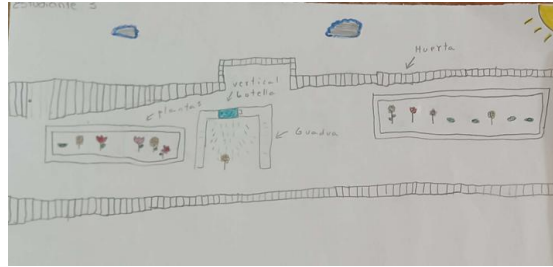


*Nota: El dibujo evidencia una comprensión más avanzada del ensamblaje de materiales y del flujo controlado del agua.*

En este caso del estudiante 3 en la Figura 43 se presenta una vista frontal de la huerta, con un canal de guadua y una botella vertical que dirige el agua hacia las plantas. El estudiante integra elementos del entorno y muestra cómo el agua pasa de un punto elevado a las zonas de cultivo.

**Figura 43.**

*Boceto del estudiante 3*



*Nota: El estudiante 3 dibuja un canal de guadua y una botella vertical para regar las flores.*

El dibujo del estudiante 4 en la Figura 44 muestra una vista general de la huerta escolar, con un depósito elevado de botellas plásticas conectado a una manguera. El estudiante representa el espacio completo y ubica el sistema de riego en relación con toda la huerta, lo que evidencia una visión más global del proyecto.

**Figura 44.**

*Boceto del estudiante 4*



*Nota: El estudiante 4 representa la huerta completa y propone un depósito elevado de botellas plásticas alimentado por una manguera.*

Estos ejemplos muestran que la comunicación gráfica se hace más clara al avanzar la unidad, pues el estudiante incluye etiquetas, flechas y notas sobre el flujo, ubicando cada parte dentro de la huerta para explicar su idea al grupo. En este orden de ideas, el ambiente de aprendizaje STEM se vuelve más práctico porque los estudiantes pasan del dibujo a la construcción de un prototipo real; por eso, tras probar con las guaduas, el grupo usa botellas recicladas y se concentra en unirlas bien para evitar filtraciones. Así, como se ve en la Figura 45, toman decisiones sobre perforaciones, sellado con silicona, tamaño e inclinación para asegurar la eficiencia del sistema.

**Figura 45.**

*Utilidad de materiales reciclables para indagar y comunicar*



*Nota: En esta fase del diseño ingenieril los estudiantes seleccionaron materiales reciclados (botellas plásticas) y aprendieron a unirlos con silicona caliente.*

La comunicación se fortalece porque al trabajar en grupo los estudiantes deben ponerse de acuerdo mientras construyen, además, la guía pide medir y dibujar, por eso lo que hacen queda registrado en tablas y notas que ayudan a explicar por qué ajustan el prototipo. En la Sesión 4 ya se empieza a construir, probar y mejorar con evidencias. El grupo elabora un prototipo que representa la huerta escolar (Figura 46).

**Figura 46.**

*Embalajes de cajas con bolsas plásticas*



*Nota: En la Figura se observa cómo el grupo arma la base con cajas, ajusta una bolsa plástica para impermeabilizar, engrapa los bordes para evitar fugas y organiza los compartimentos que representan la huerta escolar.*

Un estudiante sostiene la cinta mientras otra ajusta la lona, así el grupo prueba cómo contener el agua y evitar filtraciones, lo que fortalece indagar, y al mismo tiempo se coordinan con acuerdos e instrucciones, fortaleciendo comunicar. Con esto el prototipo empieza a simular la huerta real. En la Figura 47 el grupo termina de colocar las bolsas plásticas fijadas al cartón para evitar fugas.

**Figura 47.**

*Engrapando las cajas para impermeabilizar*



*Nota: Este paso muestra una verificación práctica sobre cómo evitar la pérdida de agua y la elección de una forma de unión con base en lo observado.*

Esto muestra el fortalecimiento de la competencia de indagar, porque el grupo prueba un método y verifica si realmente reduce las filtraciones; también se evidencia avance en comunicar, ya que explican el procedimiento y justifican por qué se engrapa para que todos lo hagan igual. En la Figura 48 la estructura presenta dos secciones, lo que permite pensar cómo se organiza el espacio y cómo circularía el agua dentro del prototipo, momento en el que empieza a funcionar como una representación de la huerta escolar.

**Figura 48.**

*Cajas forradas e impermeabilizadas*



*Nota: Esto muestra avance en comunicar, ya que presentan el avance al resto del grupo explicando qué se logró y qué falta por completar.*

La Figura 49 muestra cómo, al preparar la tierra y organizar el espacio de siembra, los estudiantes trabajan dentro de un ambiente de aprendizaje STEM. Observan el suelo y su textura para distribuir mejor la tierra, ajustan la maqueta y usan materiales reciclados para contener el sistema, mientras consideran también las cantidades y el espacio. Todo se hace en grupo, lo que permite indagar al probar y ajustar y comunicar al explicar entre compañeros qué están haciendo y por qué lo hacen así.

**Figura 49.**

*Proceso para colocar tierra*



*Nota: Esta fase muestra decisiones sobre el sustrato antes de la siembra; así, se fortalece la competencia de indagar al observar y preparar el terreno; se evidencia un avance en comunicar, pues el equipo coordina roles y acuerdos para trabajar con orden.*

La actividad de sembrar y decorar con flores que se muestra en el Figura 50 permite que los estudiantes visualicen cómo funcionaría el sistema de riego en un entorno más cercano a la realidad.

**Figura 50.**

*Siembra de plantas*



*Nota: Aquí se muestra la comprensión sobre el cuidado de las plantas evidenciando el fortalecimiento de la competencia de indagar porque el grupo relaciona la siembra con el problema del riego y con las condiciones que necesita una planta.*

Para completar la maqueta de huerta escolar, el grupo instala el prototipo de sistema de riego con botellas recicladas en la parte superior, como se observa en la Figura 51, con el objetivo

de distribuir el agua por gravedad. En el resultado final se observa la etiqueta “huerta escolar” en la parte delantera y un cartel que dice “Prototipo de sistema de riego” sobre la pizarra. Las botellas aparecen unidas por sus extremos y sostenidas con piedras para mantener una altura que permita el recorrido del agua de un extremo al otro.

**Figura 51.**

*Prototipo finalizado del sistema de riego + la simulación de la huerta escolar*



*Nota: La imagen muestra el prototipo terminado junto con la simulación de la huerta escolar.*

La indagación aparece cuando el grupo busca cómo dejar firme el prototipo para que funcione con agua, por eso prueban formas de unión como amarrar, pegar o encajar y observan cuál evita mejor las fugas. La comunicación se da porque todo se hace en equipo, comentan qué funciona y registran lo que hacen con dibujos o notas. La Sesión 5 corresponde al cierre del proyecto en el ambiente de aprendizaje STEM, donde se socializa el prototipo y los aprendizajes; la guía organiza este momento con observaciones, tablas y espacios de diálogo que se muestran en la Figura 52, permitiendo expresar qué funcionó y qué aprendieron.

**Figura 52.**

*Reflexión grupal sobre la construcción y socialización del prototipo de sistema de riego*

**D aplicación**

1. A probar nuestro prototipo y su funcionalidad

utilizaremos una planta sembrada en una maceta pequeña para probar nuestro sistema de riego.

Observa con atención, responde y comparte tus ideas

Aspecto a analizar	SI / No	¿Qué ocurrió? Explica con mis palabras
¿Hay fuga de agua?	no	
¿El agua llega bien a la planta?	SI	
¿El prototipo es estable y no se mueve?	SI	
¿El agua sale rápido, despacio o en goteo?		en chorrillo por la presión luego por goteo
¿La planta queda bien regada o le falta agua?	SI	bien regadas
¿Qué parte del prototipo me parece que funciona mejor?		todo funciona bien
¿Qué parte podría mejorar o cambiarse?		no cambiamos nada
¿Qué le contaría a mis compañeros sobre lo que descubrí?		la inclinación es importante para el buen flujo del agua

Si encontramos problemas, hacemos ajustes y volvemos a probar

*Nota: El estudiante comunica con sus palabras lo encontrado en este sistema de prototipo de riego.*

En la tabla se observa que los estudiantes señalan que no hubo fugas de agua y que el chorro llegaba bien a la planta, por lo que consideran que el prototipo fue estable y funcionó como se esperaba. Al describir el riego escriben que “salía en chorrillo y luego por goteo”, diferenciando dos formas de flujo, y sobre el resultado final indican que “las plantas quedaron bien regadas” y que “todo funcionó bien”. También concluyen que “la inclinación es importante para el buen flujo del agua”, mostrando que pueden explicar lo observado y sacar una idea para mejorar el sistema. Este cierre, presentado en la Figura 53, recoge el momento final del proyecto en el ambiente de aprendizaje STEM, donde el grupo muestra su prototipo y reflexiona sobre su funcionamiento.

**Figura 53.**

*Formato de cierre: exhibición y reflexión del prototipo “Sistema de riego”*

**2. Formato de Cierre: Exhibición y Reflexión del Prototipo**

Datos generales

Tema: presentación y exhibición del prototipo

**1. Datos Generales**

- Nombre del prototipo: sistema de riego
- Fecha de la presentación: 19/11/25
- Público asistente: Estudiantes

**Ajustes y Mejoras al Prototipo**

Describe los ajustes y mejoras realizados al prototipo antes de su exhibición:

Ninguno

**Presentación del Prototipo**

Espacio para registrar cómo se presentó el prototipo a la comunidad escolar, su funcionamiento y beneficios:

se explico su funcionamiento y que las plantas tendrían agua constante

**Auto evaluación grupal de Exhibición del prototipo**

Criterio	Excelente	Bueno	Por mejorar
Funcionamiento del prototipo	X		
Claridad en la explicación		X	
Creatividad y presentación	X		
Trabajo en equipo y entusiasmo	X		

*Nota: En esta evidencia el grupo registra el cierre del proyecto: anota los datos generales, indica los ajustes realizados antes de la exhibición, escribe una explicación breve del funcionamiento y beneficio y completa la autoevaluación grupal de la presentación.*

Según los comentarios, los estudiantes llaman a su trabajo “*sistema de riego*” y anotan que no necesitaron hacer cambios antes de la muestra. Por eso, esto es una forma de investigar en la práctica, porque revisan cómo funciona todo y toman una decisión con lo que ven. Al escribir que “*se explicó su funcionamiento y que las plantas tendrán agua constante*”, ellos están comunicando sus ideas de forma clara, ya que cuentan el propósito del sistema apoyándose en lo que escribieron. Así, en la autoevaluación, al calificar su creatividad y el trabajo en equipo, hacen una reflexión sobre sus resultados y dejan la evidencia final de lo que lograron en el proyecto. En la Figura 54 se ve a tres estudiantes explicando la huerta mientras una compañera revisa la guía para tomar notas de lo dicho. Así, se nota que la presentación no fue improvisada y que el grupo ya sabe seguir un paso a paso para contar lo que aprendieron con más confianza.

**Figura 54.**

*Sustentación final*

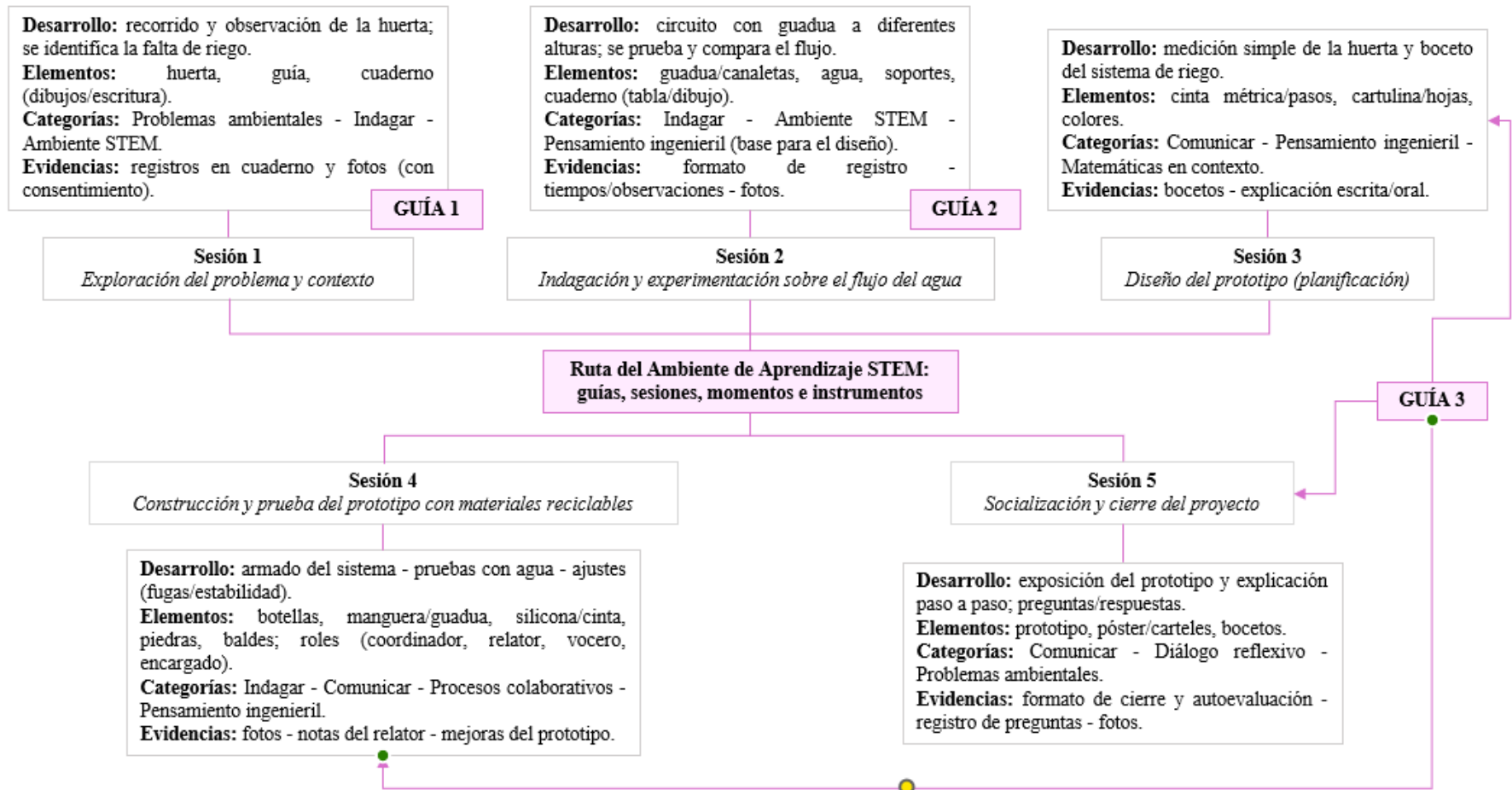


*Nota: En la imagen, los cuatro estudiantes muestran cómo funciona su sistema a los demás compañeros. Uno echa agua con un embudo mientras los otros observan y una niña anota en la guía. Este momento refleja cómo comunican: explican, muestran y anotan lo que pasa.*

A partir del Objetivo 2 se observa que las clases ayudan a que los niños fortalezcan indagar y comunicar dentro del ambiente de aprendizaje STEM. Esto ocurre porque trabajan con la huerta, usan materiales reciclados y colaboran con sus compañeros. La indagación aparece cuando preguntan, prueban con el agua y ajustan el riego usando pensamiento de ingeniería. La comunicación se ve cuando explican lo que hacen con dibujos, registros y exposiciones cortas; la Figura 55 resume este proceso y da paso al siguiente objetivo.

**Figura 55.**

*Ruta de implementación de las guías*



*Nota: La imagen muestra el desarrollo de cada sesión, los elementos utilizados, las categorías de análisis que se activan y las evidencias recolectadas.*

4.6.Resultado del Objetivo Específico 3: Analizar cómo el ambiente de aprendizaje STEM, fortalece las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de 3.º y 5.º de la escuela rural Guayaquil, a partir de la información obtenida en una entrevista semiestructura apoyada en la rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé

Esta sección presenta los hallazgos del Objetivo 3 y muestra cómo el ambiente de aprendizaje STEM, desarrollado con las guías de interaprendizaje, fortalece las competencias de indagar y comunicar durante el diseño y construcción del sistema de riego. Para recoger esta evidencia se aplica una entrevista semiestructurada con la rutina “Antes pensaba – Ahora sé”, que permite ver cómo cambia la comprensión del estudiante. El análisis compara lo que el estudiante decía al inicio con lo que expresa después de las actividades, revisando aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Finalmente, con apoyo en las rúbricas (Anexo 5), se identifica el nivel alcanzado en cada guía; para comenzar se analiza el “Antes pensaba – Ahora sé” de la P1 en la Tabla 6.

**Tabla 6.**

*Análisis de la comprensión causa–efecto sobre el riego (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 1. ¿Qué crees que le pasa a una planta si no la regamos o le echamos mucha agua?	
<p>E1</p>	<p>E3</p>
<p>E2</p>	<p>E4</p>
	<p>Pregunta 1: ¿Qué cree que le pasa a una planta si no se riega o si se le echa mucha agua?</p>
<p>Antes pensaba</p>	<p>En “Antes pensaba” se ve que el grupo responde desde una idea muy directa: si no se riega, la planta se muere o se daña, pero no explican qué pasa antes, ni cómo se nota en la planta, ni comparan qué ocurre cuando el agua falta y cuando sobra. Por eso, el exceso de agua queda poco mencionado o queda incompleto. Esto se nota en frases como E1: “Se muere la planta”, E3: “se puede dañar la planta” y en respuestas donde el estudiante no termina la idea del exceso, como E2: “Si no se riega se marchita y si le echo mucha agua no sé”. En E4 ya aparece una comparación, pero todavía dentro de la duda: “Si no lo regamos muere. Si le echamos mucha agua la tierra se desprende”.</p>
<p>Ahora sé</p>	<p>En “Ahora sé” se ve un avance porque ya separan dos condiciones y dicen qué pasa en cada una: cuando falta agua aparece la marchitez o la muerte, y cuando hay mucha agua aparece la pudrición o</p>

	<p>el daño. Esto muestra que el grupo empieza a tratar el riego como algo que se puede regular y no como una sola acción. En las respuestas finales ya se ve esa comparación, por ejemplo, E1: “si no la regamos se marchita y muere. si le echo mucha agua se pudre”, E2: “Se le caen las hojas y queda solo la rama. Si le echo mucha agua se pudre”, E3: “sino la regamos marchita. si tiene mucha agua se pudre” y E4: “Si no se riego se marchita”. Aquí también se nota que algunos ya agregan señales visibles, como “se le caen las hojas”, lo que conecta más con lo que observaron en el ambiente de aprendizaje STEM.</p>
Desempeño inicial	<p>El desempeño queda en un nivel básico para la parte de indagar, porque los niños reconocen el resultado final (que la planta se muere o se daña), pero todavía no explican con detalle por qué pasa eso ni diferencian bien si es por mucha o poca agua. Por eso, en la comunicación también es un nivel básico, ya que sus respuestas son cortas y les falta dar más ejemplos o señales para sostener lo que piensan.</p>
Desempeño final	<p>Al final, el desempeño mejora porque los niños ya comparan condiciones y describen efectos distintos. Esto es una prueba de que su nivel para investigar subió, ya que muestran que entendieron cómo la cantidad de agua cambia el resultado. Por eso, este avance se apoya en lo que hicieron en las clases de STEM, como observar la huerta y ver que tanto la falta como el exceso de agua afectan a las plantas.</p> <p>Así, en la parte de comunicación también se nota un progreso, porque en la sección “Ahora sé” escriben ideas más completas y organizadas. En ese caso, ya no dicen solo “se muere”, sino que explican señales como “se marchita”, “se pudre” o “se le caen las hojas”, lo que ayuda a que el mensaje se entienda mucho mejor.</p>

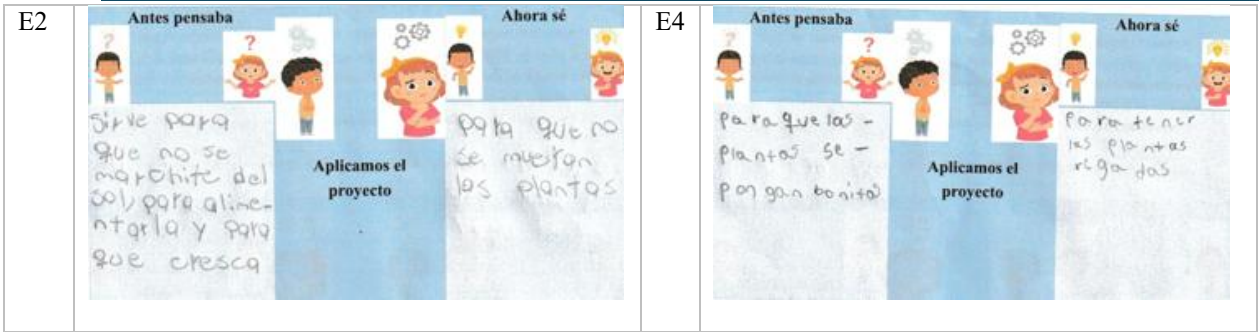
Nota: Elaboración propia.

Después de escuchar lo que el grupo responde en la P1, se ve que el punto de partida del ambiente de aprendizaje STEM es un problema real de la huerta: el agua es necesaria y también puede causar problemas cuando se usa mal. La pregunta evalúa si el estudiante explica la relación causa–efecto entre poca y mucha agua, lo que muestra avance en indagar. También aparece comunicar cuando escribe la idea de forma entendible con palabras sencillas. En la Tabla 7 (P2) esta comprensión se conecta con la función del agua en la huerta y con el cuidado que requiere.

**Tabla 7.**

*Función del agua en la huerta: sentido del recurso y cuidado (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 2. ¿Para qué sirve el agua en la huerta escolar?			
E1	<p>Antes pensaba</p>	<p>Ahora sé</p>	E3
	<p>Aplicamos el proyecto</p>	<p>Aplicamos el proyecto</p>	
	<p>Antes pensaba</p>	<p>Ahora sé</p>	
	<p>Aplicamos el proyecto</p>	<p>Aplicamos el proyecto</p>	



	Pregunta 2: ¿Para qué sirve el agua en la huerta escolar?
Antes pensaba	En esta pregunta se ve que el grupo responde desde lo más inmediato y desde lo que se nota a simple vista en la huerta. Por eso aparecen ideas cortas, centradas en “regar” y en evitar que la planta se dañe. Por ejemplo, E1 escribe “para que los matos no se mueran”, E3 pone “para regar las plantas”, y E4 dice “para que las plantas se pongan bonito”. En E2 también se mantiene esa idea, aunque agrega un poco más al decir: “sirve para que no se marchite del sol, para alimentarlo y para que crezca”. En general, aquí el agua se entiende como algo que se usa para que la planta aguante y para que la huerta se vea bien, sin explicar mucho más.
Ahora sé	Después del ambiente de aprendizaje STEM, la respuesta se sostiene más en el crecimiento y en el cuidado básico de la planta, aunque todavía se usan palabras sencillas. En E1 aparece una idea nueva cuando escribe “para que los plantas sea fen nutridas”, que ya no es solo “regar”, es pensar en que el agua ayuda a que la planta se mantenga. E4 también cambia a una frase más directa del cuidado: “para tener las plantas regadas”. E2 mantiene la idea central, pero la reafirma: “para que no se mueran las plantas”, y E3 conserva “para regar las plantas”. En conjunto, el grupo sigue diciendo “regar”, pero ya se nota más intención de explicar para qué sirve y qué logra en la planta.
Desempeño inicial	Al principio, esta pregunta sirve para ver qué tanto saben los niños sobre el agua en la huerta. En ese caso, el nivel es básico porque sus explicaciones son muy cortas y generales, como "para regar" o "para que no se mueran". Por eso, aunque entienden para qué sirve el agua, todavía no explican procesos más completos como el crecimiento o el marchitamiento de las plantas.
Desempeño final	En la parte de investigación, ya tienen ideas más claras sobre la función del agua, como cuando escriben que las plantas deben estar "nutridas" o "regadas siempre". Así, en la comunicación también mejoran porque intentan explicar más lo que pasa, aunque usen palabras sencillas. Por eso, el grupo ahora está en un nivel entre básico y avanzado, ya que el ambiente STEM ayudó a que su idea pasara de un simple "regar" a entender cómo "cuidar y sostener" la huerta.

Nota: Elaboración propia.

Esta parte muestra la secuencia del ambiente de aprendizaje STEM, porque el grupo conecta la huerta como espacio de trabajo con una necesidad del contexto, mantener las plantas con agua y evitar el desperdicio. En la competencia de indagar, se observa cuando el estudiante explica el uso del agua con una idea de cuidado y de función dentro de la huerta. En la competencia de comunicar, se evidencia cuando el estudiante escribe una razón que permite entender el “para qué” del agua dentro del proyecto. En la Tabla 8 (P3) esa comprensión se conecta con los materiales reciclados, porque el estudiante pasa de identificar el problema a reconocer con qué recursos del contexto puede empezar a construir una solución.

**Tabla 8.**

*Comprensión de los materiales reciclados y su uso en el proyecto (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 3. ¿Qué son los materiales reciclados?	
E1	
E3	
E2	
E4	
	Pregunta 3: ¿Qué son los materiales reciclados?
Antes pensaba	Al principio, el concepto de reciclaje no era una idea armada, sino cosas sueltas. Por eso, E1 admite que "no sé", mientras que E3 se limita a "las botellas" y E2 solo hace una lista como "botellas, papel, latas y plástico" sin explicar qué los une. En ese caso, incluso hubo confusión con objetos escolares en E4 al escribir "los útiles escolares". Así, el grupo apenas reconocía algunos objetos para reutilizar, pero no entendía el reciclaje como un proceso de transformación.
Ahora sé	Después de las clases de STEM, las respuestas ya muestran una definición real conectada con el proyecto. Por ejemplo, E1 dice que "son materiales que sirven para hacer otros objetos", y E3 completa la idea contando que "con las botellas hicimos un prototipo de sistema de riego". En este orden de ideas, E4 lo relaciona con la práctica al escribir que son objetos para "hacer experimentos". Aunque E2 sigue siendo breve con "botellas plásticas", se nota que ya se enfoca en el material que usaron para resolver el problema de la huerta.
Desempeño inicial	En ese momento inicial, el nivel de indagación era básico porque la mayoría no sabía definir el material reciclado y solo daban ejemplos sueltos. Por eso, la comunicación escrita era muy pobre, con respuestas de una sola palabra como "no sé" o listas sin sentido. Así, se nota que todavía no podían explicar con sus propias palabras para qué servía reciclar dentro de su proyecto escolar.
Desempeño final	Al final, el grupo sube a un nivel básico-avanzado porque ya explican para qué sirve el material y lo conectan con lo que hicieron, como cuando mencionan el "prototipo de sistema de riego". De esta manera, la comunicación mejora porque ya no solo hacen listas, sino que escriben frases con la intención de explicar sus experimentos. En este orden de ideas, esto es clave en STEM porque ven el reciclaje como una tecnología sencilla para diseñar y construir sin gastar dinero, cuidando a la vez su entorno.

*Nota: Elaboración propia.*

Luego la pregunta 3 une el problema ambiental con una forma real de trabajarlo en el aula, usando materiales reciclados como parte de la solución. En esta parte se ve lo STEM porque el estudiante reconoce que con recursos del entorno se puede construir un objeto útil para la huerta. En indagar se observa cuando el estudiante escoge los recursos “botellas” o “papel”, y explica para

qué pueden servir dentro del sistema de riego. En comunicar se evidencia cuando da ejemplos del proyecto y los escribe con sus palabras. En la P4 el trabajo cambia hacia el fenómeno del agua, donde el estudiante empieza a experimentar con el flujo y a observar cómo se comporta en una superficie plana (Tabla 9).

**Tabla 9.**  
*Comportamiento del agua en superficie plana: observación del fenómeno (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 4. ¿Cómo se mueve el agua en una superficie plana?	
E1	
E3	
E2	
E4	
	Pregunta 4: ¿Cómo se mueve el agua en una superficie plana?
Antes pensaba	En este inicio las respuestas muestran que los estudiantes todavía no diferencian cómo cambia el movimiento del agua según el terreno. E1 escribe “de un lado a otro”, E2 dice “se mueve para todos lados”, E4 anota “moviéndose” y E3 escribe “no se puede mover”. Todas las respuestas hablan del movimiento del agua, pero no explican qué pasa en una superficie plana. Son ideas generales e intuitivas donde no aparece la idea de estancamiento. El grupo reconoce que el agua se mueve, pero no explica qué ocurre cuando el terreno no tiene inclinación, por eso el desempeño se ubica en un nivel básico de indagar y comunicar.
Ahora sé	Después de vivir las actividades del ambiente de aprendizaje STEM —especialmente las pruebas con canales de guadua a diferentes alturas— el grupo incorpora una idea clave: en lo plano, el agua no fluye. E1 escribe: “no se mueve, se estanca”, E2 dice: “no fluye porque se estanca”, E3 anota: “se estanca, no fluye” y E4 concluye: “se estanca, no fluye”. Es decir, todos usan las mismas expresiones porque ahora sí reconocen la condición que determina el comportamiento del agua: que la superficie plana no permite que avance.
Desempeño inicial	El desempeño inicial se ubica en un nivel Básico en Indagar (conceptual), porque las respuestas describen el movimiento del agua de forma general y no explican qué ocurre en una superficie plana. E1 escribe “de un lado a otro”, E2 “se mueve para todos lados” y E4 “moviéndose”, mientras que E3 anota “no se puede mover”, sin explicar la causa. En Comunicar (escrito) el nivel también es Básico, porque usan palabras sueltas o frases muy cortas que no relacionan causa y efecto ni desarrollan lo observado.
Desempeño final	Aquí se ve una relación clara de causa y efecto que muestra avance en indagar, porque los estudiantes ya no describen el movimiento al azar y ahora explican qué ocurre cuando no hay inclinación. También mejora comunicar, porque pasan de frases vagas a respuestas más precisas usando términos de la actividad. Este cambio es importante en el ambiente de aprendizaje STEM, ya que interpretan

lo que observaron en el experimento y usan expresiones como “no fluye” o “se estanca”, explicando el fenómeno a partir de lo que comprobaron con el prototipo.

*Nota: Elaboración propia.*

Después de reconocer el problema y los recursos, el bloque pasa al fenómeno que se debe entender con pruebas: cómo se mueve el agua en lo plano (P4). La pregunta activa indagar, porque el estudiante explica lo que observa en el experimento: en lo plano el agua se queda quieta y no avanza. Esta idea aparece al probar, mirar el recorrido y comparar lo que pasa en el canal. En comunicar se ve cuando escribe una palabra que resume lo observado, por ejemplo “se estanca”, y deja de decir solo que “se mueve”. Esta comprensión se amplía en la Tabla 10 (P5) al comparar el movimiento del agua en una superficie inclinada y reconocer el efecto de la pendiente en la velocidad.

**Tabla 10.**

*Movimiento del agua en superficie inclinada: relación entre inclinación y flujo (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 5. ¿Cómo se mueve el agua en una superficie inclinada?	
Pregunta 5: ¿Cómo se mueve el agua en una superficie inclinada?	
Antes pensaba	En el "Antes pensaba", las respuestas muestran que el grupo reconoce cómo el agua baja por la inclinación, aunque lo explican desde lo más evidente. Por eso, E1 escribe “directa”, E2 dice “se mueve para abajo”, E3 anota “se desliza” y E4 afirma “por la energía”, lo que demuestra que identifican la dirección, pero ignoran la pendiente como una variable que cambia el flujo. Así, los niños describen el movimiento de forma general sin comparar condiciones de poca o mucha inclinación.
Ahora sé	En el "Ahora sé", el cambio es claro porque los cuatro estudiantes explican que la velocidad depende de la inclinación. En ese caso, E1 dice “según la inclinación rápido o lento”, E2 escribe “de rapidez... la inclinación baja suave o rápido”, E3 expresa “según la inclinación suave o rápido” y


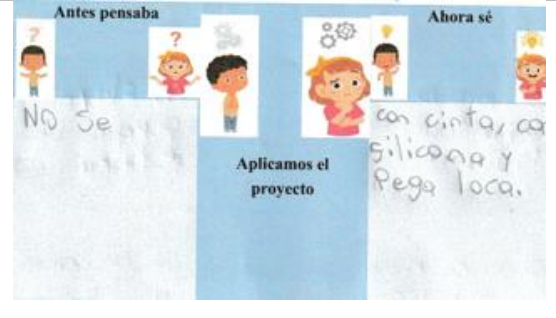


	E4 anota “fluye suave”. Esta idea nace de la experimentación en el ambiente STEM donde probaron niveles de inclinación y vieron cómo el flujo se aceleraba o se hacía más controlado.
Desempeño inicial	El desempeño inicial es de nivel básico en indagar porque las respuestas describen la acción como “baja”, “se mueve” o “se desliza” sin explicar qué hace que el flujo cambie. Por eso, la comprensión es intuitiva y se centra en la dirección sin identificar la pendiente como un factor que modifica la velocidad. En este orden de ideas, la comunicación también es básica al presentar frases muy cortas y sin conexión con el fenómeno antes de la experiencia directa.
Desempeño final	Al final, el desempeño avanza a un nivel básico–avanzado porque los estudiantes ya explican el fenómeno usando una relación clara entre inclinación y velocidad. De esta manera, la explicación incorpora la causa y el efecto al comparar términos como “rápido”, “lento” o “suave” desde lo aprendido en la práctica. Así, en comunicar se nota un progreso natural con frases más completas y ordenadas que tienen una intención explicativa propia del trabajo con el prototipo.

Nota: Elaboración propia.

Aquí el estudiante entiende que la inclinación cambia la velocidad del agua: con más inclinación va más rápido y con menos inclinación va más lento. Esto muestra indagar, porque explica lo que observa en la prueba. También sirve para pensar el prototipo, ya que ayuda a decidir cómo ubicar el sistema para que el agua llegue a las plantas sin desperdicio. En comunicar se nota cuando lo explican con palabras simples como rápido o lento. Con esta base, la Tabla 11 (P6) pasa al siguiente paso: unir los materiales para que el sistema funcione sin fugas.

**Tabla 11.**

*Técnicas para unir materiales y criterios de selección (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 6. ¿Cómo puedes unir varios materiales para construir algo?	
E1	
E2	
E3	
E4	
	Pregunta 6: ¿Cómo puedes unir varios materiales para construir algo?
Antes pensaba	En “Antes pensaba” se ve que el grupo todavía no tiene claro cómo unir materiales. E1 y E2 escriben “no sé”, lo que muestra que no tienen referentes. E3 menciona “unos palitos de helado”, sin explicar cómo unirlos, y E4 dice “pega de lagón cemento”, sin relacionarlo con un uso real en el aula. En conjunto, las respuestas muestran que la idea de unir aún no tiene un sentido práctico, no relacionan

	el material con la forma de pegarlo ni aparece la idea de firmeza o control de fugas en el prototipo dentro del ambiente de aprendizaje STEM.
Ahora sé	En “Ahora sé” el cambio se ve claro porque las respuestas ya mencionan formas reales de unión usadas en el prototipo. E1 escribe “según el material uso silicona, colbón, cinta”, E2 “con cinta, con silicona y pega loca”, E3 “con silicona” y E4 “según el material se usa cinta, colbón o silicona caliente”. Aquí aparece la idea clave: la unión depende del material. Esto muestra el trabajo del aula-taller, donde probaron qué adhesivos funcionaban mejor para evitar fugas y dejar firme el sistema de riego.
Desempeño inicial	El desempeño inicial estaba en un nivel básico porque las respuestas no mostraban decisiones prácticas ni estrategias para unir materiales. Por eso, predominaba el “no sé” y los niños aún no lograban identificar técnicas ni relacionarlas con un tipo de material. Así, la evidencia en indagar era baja al no aparecer la intención de probar o justificar por qué una unión servía más que otra. En ese caso, la comunicación era mínima al no describir procedimientos ni acciones concretas para construir, entendiendo el proceso solo como juntar objetos sin prever problemas de fugas o desprendimiento.
Desempeño final	El desempeño final avanza a un nivel básico–avanzado porque el grupo ya propone formas reales de unir materiales desde la experiencia directa del proyecto. De esta manera, mencionan adhesivos específicos y reconocen que la elección cambia según el material, lo que muestra un pensamiento técnico más intencional. Por eso, el avance en indagar es claro al basar sus respuestas en haber probado qué funcionaba mejor para evitar escapes de agua y dar estabilidad a las conexiones. Así, en comunicar se nota una explicación más clara del procedimiento, lo cual se relaciona con el ambiente STEM al enfrentar el reto real de unir piezas que soportan agua y peso.

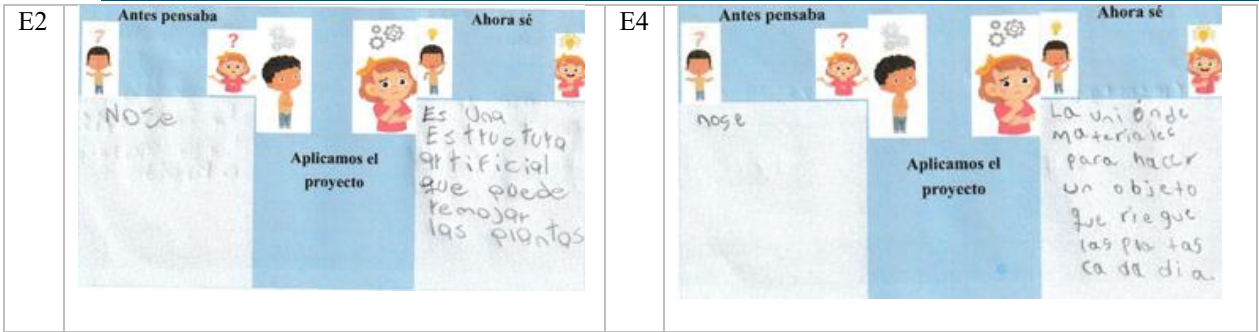
Nota: Elaboración propia.

En esta parte el estudiante muestra pensamiento ingenieril porque entiende que unir materiales requiere una decisión, comentando desde lo que probó, qué se despegó, qué evita fugas y qué sostiene la estructura. En indagar se ve cuando reconoce que cada material necesita una unión distinta, y en comunicar cuando nombra una herramienta o un material de unión y explica para qué sirve. Con esa base, la Tabla 12 con la P7 organiza esa comprensión y muestra que el estudiante ya entiende el sistema de riego como una estructura completa con un propósito claro.

**Tabla 12.**

*Concepto inicial y final de sistema de riego (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 7. ¿Qué es un sistema de riego?			
E1	<p>Antes pensaba</p>	<p>Ahora sé</p>	E3
	<p>Antes pensaba</p>	<p>Ahora sé</p>	







	Pregunta 7: ¿Qué es un sistema de riego?
Antes pensaba	En “Antes pensaba” se nota que la mayoría del grupo todavía no tenía una idea clara de lo que significa “sistema de riego”. Tanto E1 como E2 escriben “no sé”, lo que muestra que el concepto era desconocido para ellos. E3 escribe simplemente “regar las plantas”, una idea muy general que relaciona el riego con la acción manual, pero sin verla como un mecanismo o estructura. E4 también responde “no sé”. En conjunto, estas respuestas muestran que no distinguían entre regar con una acción directa y la idea de un sistema que permite hacerlo de manera organizada o controlada, lo que es normal antes de vivir la experiencia del proyecto.
Ahora sé	Después del proyecto, la comprensión cambia y aparece una idea más cercana a lo vivido en el ambiente de aprendizaje STEM. E1 escribe que un sistema de riego es “una estructura que da agua a las plantas”, E2 dice “es una estructura artificial que puede remojar las plantas”, E3 explica “es una estructura para regar las plantas todos los días” y E4 señala “la unión de materiales para hacer un objeto que riegue las plantas todos los días”. El grupo entiende que un sistema de riego es una estructura que lleva agua a las plantas de forma constante, y aparecen ideas de estructura y unión de materiales propias del pensamiento ingenieril trabajado en el proyecto.
Desempeño inicial	El desempeño inicial estaba en un nivel básico porque el grupo no lograba describir qué es un sistema de riego ni identificar sus partes o su función técnica. En ese caso, las respuestas se quedaban en el “no sé” o en ideas simples como “regar las plantas” sin mostrar comprensión del concepto detrás de un sistema. De esta manera, la evidencia en indagar era muy baja al no aparecer explicaciones de causa y efecto ni relación con problemas reales, lo que mantenía la comunicación en un nivel mínimo.
Desempeño final	El desempeño final avanza a un nivel avanzado en indagar, porque los estudiantes ya explican que un sistema de riego es una estructura que ellos construyen para llevar agua a las plantas. Mencionan materiales y entienden el sistema como un conjunto de partes con un propósito claro, conectado con su uso real en la huerta. En comunicar también hay avance, porque escriben una idea más completa y explican cómo funciona la estructura. Este cambio se relaciona con el ambiente de aprendizaje STEM, donde construyen el sistema, ajustan fugas, controlan el flujo del agua y comprueban que la estructura resuelve un problema de la huerta escolar.

Nota: Elaboración propia.

Después de aprender a unir los materiales, la P7 ayuda a organizar la idea de qué es un sistema de riego. En este punto se mira si el estudiante entiende que un sistema es un conjunto que trabaja para llevar agua a las plantas; además, el ambiente de aprendizaje STEM se nota porque el concepto nace del prototipo que construyen en clase y la parte de indagar se observa cuando el estudiante da una definición, por ejemplo, que el sistema sirve para regar o mantener las plantas. En comunicar se ve cuando lo explica con palabras propias y relaciona la estructura con su utilidad. Con esa base, la Tabla 13 muestra cómo el estudiante describe el diseño usando materiales del contexto y las pruebas que realizó durante el proyecto.

**Tabla 13.**

*Propuesta de construcción del sistema de riego: diseño y funcionamiento (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 8. ¿Cómo podemos hacer un sistema de riego?	
E1	
E2	
E3	
E4	
	<p>Pregunta 8: ¿Cómo podemos hacer un sistema de riego?</p> <p><b>Antes pensaba</b> En “Antes pensaba”, la mayoría del grupo no logra describir una idea concreta para construir un sistema de riego. E1 escribe “juntando agua todos los días”, lo que muestra que pensaba en regar como una acción manual, sin una estructura. E2, E3 y E4 escriben “no sé”, lo que evidencia que no tenían una noción clara de cómo transformar el problema de la falta de riego en una solución hecha por ellos mismos. En general, las respuestas son muy básicas y no aparecen partes, materiales ni una forma real de llevar el agua a las plantas. Aquí todavía no hay una mirada ingenieril, sino una idea muy intuitiva y limitada del riego.</p> <p><b>Ahora sé</b> En “Ahora sé” aparece un cambio fuerte, porque el grupo ya propone una solución real que se parece al prototipo que construyeron en el ambiente de aprendizaje STEM. E1 escribe “con materiales reciclados, como botellas unidas”, E2 señala “con materiales reciclados”, E3 especifica “con botellas recicladas”, y E4 amplía diciendo que se hace “con materiales reciclados, botellas plásticas, cintas y silicona”. Ya no hablan de “echar agua”, ahora mencionan materiales concretos, la unión de partes y la idea de que esos materiales permiten construir algo que lleve el agua de un punto a otro.</p> <p><b>Desempeño inicial</b> El desempeño inicial era bajo porque el grupo no lograba imaginar una estructura o un mecanismo al carecer de propuestas sobre partes, materiales o el flujo del agua. Por eso, en indagar no aparecía una relación de causa y efecto ni la búsqueda de alternativas conectadas con un problema real. Así, la comunicación se mantenía en respuestas breves sin procedimientos claros, demostrando que los estudiantes solo reconocen la necesidad de regar sin poder convertirla en una solución diseñada antes de experimentar en el taller.</p> <p><b>Desempeño final</b> El desempeño final avanza a un nivel básico–avanzado porque ahora proponen una solución concreta conectada con lo que hicieron en el ambiente STEM. En ese caso, mencionan materiales reales como botellas, cinta y silicona al reconocer que estos deben unirse para que el sistema funcione. De esta manera, la indagación mejora al apoyar sus ideas en lo que probaron sobre el control del flujo y la inclinación del agua.</p>

*Nota: Elaboración propia.*

La P8 ayuda a concretar el diseño del sistema de riego, en este momento el pensamiento ingenieril se ve completo, porque el estudiante ya propone una solución con materiales, partes y

una forma básica de funcionamiento. El ambiente de aprendizaje STEM aparece cuando el grupo usa botellas, uniones, orificios y la inclinación para responder a una necesidad real de la huerta. En indagar se observa que el estudiante describe un plan que se puede construir, y en comunicar se nota cuando explica el diseño con una idea ordenada que permite entender cómo se arma y para qué sirve. Esta experiencia también se relaciona con el trabajo en equipo, como se muestra en la Tabla 14, porque el prototipo se construye con roles, acuerdos y colaboración.

**Tabla 14.**  
*Comprensión del trabajo en equipo y participación colaborativa (Comunicar e Indagar en decisiones)*

PREGUNTA 9. ¿Qué es el trabajo en equipo?	
E1	
E3	
E2	
E4	
Pregunta 9: ¿Qué es el trabajo en equipo?	
Antes pensaba	En “Antes pensaba” las ideas se quedan en una comprensión muy básica del trabajo en equipo, centrada sobre todo en “estar juntos”. E1 escribe “trabajar todos juntos”, E2 dice “que todos los alumnos hagan un trabajo juntos”, E3 menciona “trabajar con amigos” y E4 señala “con el mismo grado”. Estas respuestas muestran que, al inicio, el grupo entendía el trabajo en equipo solo como acompañarse o hacer algo al mismo tiempo, sin reconocer acciones como organizarse, repartir tareas, decidir roles o ayudarse entre ellos. No aparece todavía la idea de colaboración real ni de responsabilidad compartida. Esto deja ver que, antes del proyecto, el grupo no conectaba el trabajo en equipo con procesos de indagación (como comparar ideas o tomar decisiones juntos) ni con comunicar (explicar, escuchar o acordar).
Ahora sé	En “Ahora sé” aparece un cambio claro. E1 escribe que el trabajo en equipo es “cuando cada uno hace algo para realizar un trabajo en conjunto”, E2 dice “que todos colaboren en una actividad”, E3 señala “cada uno aporta a un gran proyecto” y E4 afirma “cada uno participa y ayuda para construir algo”. Las respuestas muestran acciones concretas como aportar, ayudar y colaborar. El grupo entiende que trabajar en equipo es que cada uno cumple un papel para lograr un objetivo común, algo que vivieron en el ambiente de aprendizaje STEM al organizar roles, revisar fugas y tomar decisiones mientras construían el prototipo de riego.
Desempeño inicial	El desempeño inicial estaba en un nivel básico porque las respuestas reconocían el trabajo con otros sin explicar cómo se organizan o qué implica colaborar. Por eso, en indagar no se veía la idea de

	compartir visiones ni tomar decisiones juntos y la comunicación se limitaba a frases generales como “estar juntos” o “con amigos”. Así, en esta etapa el equipo funcionaba más como compañía que como un proceso para resolver problemas o construir el prototipo.
Desempeño final	El desempeño final avanza a un nivel básico–avanzado porque ahora se reconoce la colaboración como un proceso donde cada integrante aporta y participa. En ese caso, el avance en indagar es clave al entender que investigar juntos requiere conversar y acordar qué ajustes hacer al sistema de riego. De esta manera, la comunicación mejora al describir acciones claras como ayudar y construir, lo que demuestra una comprensión más profunda del trabajo colaborativo esencial en el enfoque STEM.

Nota: Elaboración propia.

El prototipo surge y se lleva a cabo porque el grupo trabaja junto, con roles y acuerdos que hacen posible la actividad; lo cual se tiene en cuenta en la participación, en las decisiones compartidas y en la responsabilidad que cada uno asume. En comunicar se observa que el estudiante ya entiende el equipo como colaboración real. En indagar se nota que construir exige pensar con otros, explicar decisiones y ajustar lo que no funciona. En la Tabla 15 (P10) esta colaboración se amplía, porque el grupo usa información y herramientas cercanas para mejorar sus ideas y tomar decisiones más claras.

**Tabla 15.**

*Estrategias para buscar información y consultar fuentes (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 10. ¿Cómo puedes buscar información acerca de un tema?	
E1	<p><b>Antes pensaba</b> buscando la información</p> <p><b>Ahora sé</b> por internet - preguntando a vecinos.</p>
E3	<p><b>Antes pensaba</b> no sé</p> <p><b>Ahora sé</b> en internet con los expertos en el tema.</p>
E2	<p><b>Antes pensaba</b> En internet</p> <p><b>Ahora sé</b> con internet y los vecinos.</p>
E4	<p><b>Antes pensaba</b> no sé</p> <p><b>Ahora sé</b> google - YouTube los vecinos</p>
	Pregunta 10: ¿Cómo puedes buscar información acerca de un tema?
Antes pensaba	En el "Antes pensaba", las respuestas muestran una idea muy limitada sobre la búsqueda de información porque el grupo todavía no reconoce fuentes ni estrategias concretas. Por eso, E1 dice “buscando la información”, E2 responde “en internet” y E3 junto a E4 escriben “no sé”, lo que indica que no relacionan la indagación con preguntar o consultar expertos. Así, el inicio refleja que los niños no conectaban la búsqueda de datos con los procesos propios del trabajo STEM.

Ahora sé	En el "Ahora sé", se ve un cambio claro porque los cuatro estudiantes entienden que la información está en varias fuentes y no solo en una. En ese caso, E1 menciona "internet y preguntando a los vecinos", E2 dice "internet y los vecinos", E3 anota "internet con los expertos" y E4 señala "Google, YouTube y los vecinos". De esta manera, reconocen recursos digitales y personas del entorno para investigar técnicas necesarias para su prototipo.
Desempeño inicial	El desempeño inicial era bajo al mostrar ideas simples sin capacidad para pensar en estrategias de búsqueda relacionadas con la huerta. Por eso, desde indagar no había relación con la necesidad de aprender para construir y en comunicar las respuestas eran demasiado breves. Así, el grupo no reconocía que buscar información es un proceso activo de observar y comparar lo que sirve para resolver un problema.
Desempeño final	El desempeño final alcanza un nivel medio-alto porque ahora mencionan fuentes diversas como videos, expertos y vecinos para resolver sus dudas. En este orden de ideas, el progreso en indagar es evidente al entender que para crear el sistema de riego deben investigar ideas y materiales reales. Por eso, en comunicar expresan con más claridad sus medios de consulta y logran describir un proceso coherente con el trabajo desarrollado en el aula.

Nota: Elaboración propia.

En esta parte se ve la tecnología en el contexto, porque se mencionan fuentes como Google, YouTube e internet, y también aparecen fuentes cercanas como vecinos o personas que saben del tema. También se entiende que se trabaja con información y con pruebas que luego se explican. Por eso, la Tabla 16 recoge ese avance y muestra que el grupo pasa de no tener claro cómo presentar lo que encuentra, a proponer maneras concretas para comunicar lo aprendido dentro del ambiente de aprendizaje.

**Tabla 16.**

*Formas de comunicar y mostrar hallazgos de un experimento (Indagar y Comunicar)*

PREGUNTA 11. ¿Cómo puedes mostrar lo que descubriste en un experimento?	
E1	
E2	
E3	
E4	
Pregunta 11. ¿Cómo puedes mostrar lo que descubriste en un experimento?	
Antes pensaba	Al inicio, al grupo le costaba responder cómo mostrar los hallazgos de un experimento porque predominaba el "no sé" en E2, E3 y E4, mientras que E1 se enfocaba solo en la actitud al decir

	“poniéndole cuidado al trabajo”. Por eso, se nota que aún no tenían instalada la idea de que un experimento deja resultados concretos para registrar o representar. Así, la comunicación inicial aparece débil al no conectar la acción de experimentar con la forma de mostrar lo descubierto.
Ahora sé	Acá ocurre un cambio marcado porque ya nombran formas específicas de mostrar sus hallazgos combinando recursos como "hablando y dibujando" en E1 y E3. De esta manera, E2 y E4 plantean una comunicación más intencional al proponer “dibujando y exponiendo el trabajo”, lo que demuestra que ya usan medios orales y gráficos para presentar sus resultados. En ese caso, el avance es evidente porque el proyecto los llevó a socializar y cerrar sus procesos de forma organizada.
Desempeño inicial	El desempeño inicial se ubica entre inicial y básico en comunicar porque no existía una estrategia para presentar hallazgos y dominaban las respuestas vacías. Por eso, en indagación también se veía una limitación al no conectar el hecho de experimentar con la necesidad de registrar evidencias. Así, en este punto los niños todavía no comprendían que lo descubierto debe organizarse para poder compartirse con los demás.
Desempeño final	El desempeño final sube a un nivel básico–avanzado en comunicar porque los estudiantes ya proponen acciones claras como hablar, dibujar y exponer para mostrar lo que hicieron. En ese caso, esto corresponde a una comunicación científica escolar donde el grupo integra varios modos para socializar sus aprendizajes en el ambiente STEM. Por eso, el avance en indagar se apoya en entender que los resultados deben quedar visibles para otros mediante evidencias sencillas y explicaciones directas.

Nota: Elaboración propia.

Con los resultados ya revisados, se analizan las rúbricas para comparar el desempeño del grupo antes y después de la intervención. Esta comparación se realiza después de implementar la Guía 1 (ver Tabla 16), la Guía 2 (ver Tabla 17) y la Guía 3 (ver Tabla 18), con sus sesiones, tal como se presentan en el resultado del Objetivo 1. El análisis muestra cómo cambia el nivel de indagar y comunicar a medida que avanzan las actividades del ambiente de aprendizaje STEM, pasando de respuestas cortas y generales a explicaciones más claras y conectadas con lo que el grupo observa, prueba y construye en la huerta y en el prototipo.

**Tabla 17.**

*Rúbrica de evaluación - Guía 1*

Criterio	Excelente 🌟				Avanzado 🏠				Básico 🎯				Inicial 🌀			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
Conceptual: entiende qué es un sistema de riego y su finalidad.									X	X					X	X
Procedimental: identifica materiales útiles para el sistema de riego.									X	X		X			X	
Actitudinal: se preocupa por cuidar el agua y ayudar en el buen manejo de la huerta.	X	X						X							X	
Competencia de indagar: hace preguntas sobre el problema del agua para el riego de las plantas.							X		X	X						X
Competencia de comunicar: cuenta sus ideas y las comparte con sus compañeros.							X		X		X	X				

Nota: Elaboración propia.

En la rúbrica de la Guía 1 se observa el punto de partida del grupo. Los estudiantes muestran buena disposición hacia la huerta y el cuidado del agua, aunque en lo conceptual y procedimental aún están en un nivel inicial, porque reconocen que el agua influye en las plantas, pero todavía no explican el sistema de riego como un conjunto de partes con un propósito claro. También identifican materiales del entorno, aunque aún les cuesta justificar cuál funciona mejor o anticipar dificultades en la construcción. Lo actitudinal es un punto fuerte, ya que el interés por la huerta mantiene la participación del grupo. Así, esta base permite que las competencias de indagar y comunicar empiecen desde la observación y los mensajes simples, preparando el trabajo de las siguientes guías donde la experimentación y la construcción fortalecen la explicación y la toma de decisiones.

**Tabla 18.**  
*Rúbrica de evaluación - Guía 2*

Criterio	Excelente 🌟				Avanzado 📖				Básico 😊				Inicial 🙄			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
Conceptual: reconozco que la inclinación de un terreno influye en el flujo del agua.	X	X	X									X				
Procedimental: realizo experimentos para comprobar como la inclinación impacta en el flujo del agua.	X	X	X					X								
Actitudinal: me divierto experimentando y me esfuerzo por aprender.	X	X		X			X									
Competencia de indagar: observo, pregunto y reflexiono sobre cómo se mueve el agua.		X	X		X							X				
Competencia de comunicar: explico el dibujo del sistema de riego y cuento los resultados esperados.	X	X	X									X				

*Nota: Elaboración propia.*

En la Guía 2 el grupo trabaja con una variable clara, la inclinación. El estudiante arma el circuito y observa cómo cambia el recorrido del agua según la pendiente, reconociendo la relación entre el terreno y el flujo, idea que luego sirve para pensar el riego en la huerta. En lo procedimental sigue una secuencia completa: arma, prueba, observa, compara y registra en la tabla. Allí se evidencian indagar, al comparar lo que pasa en plano y con pendiente, y comunicar, al escribir y explicar lo observado al grupo. Además, el componente actitudinal se ve en la participación constante durante el experimento. Como resultado, queda una base para el prototipo, porque el

estudiante entiende que el sistema de riego necesita una inclinación pensada para que el agua se mueva y llegue a las plantas sin descontrol.

**Tabla 19.**

*Rúbrica de evaluación - Guía 3*

Criterio	Excelente 🌟				Avanzado 🏆				Básico 🎯				Inicial 🌱			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
Conceptual: identifico diferentes formas de unir materiales entre sí.		X			X		X	X								
Procedimental: construyo de manera conjunta el prototipo del sistema de riego a pequeña escala.	X	X	X	X												
Actitudinal: trabajo en equipo con respeto y alegría.	X	X	X	X												
Competencia de indagar: consulto formas artesanales para unir materiales.	X	X	X	X												
Competencia de comunicar: comento en grupo de manera escrita o/y oral lo que funciona o no funciona del prototipo.	X	X					X	X								

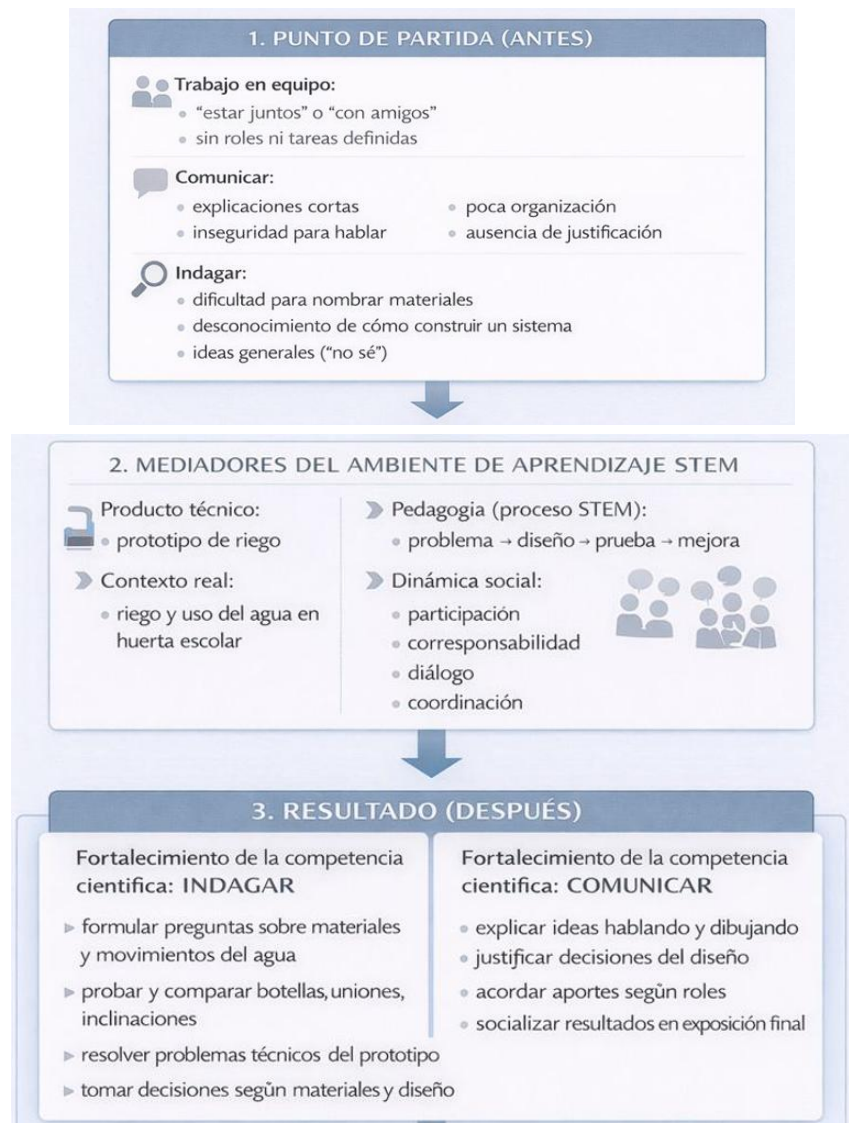
*Nota: Elaboración propia.*

E En la rúbrica de la Guía 3 se observa el efecto del ambiente de aprendizaje STEM, porque el trabajo se centra en construir un prototipo para una necesidad real de la huerta. El grupo trabaja tipo taller con materiales del contexto y ajusta el sistema según lo que observa, reconociendo variables como la inclinación o el estancamiento. Así se fortalecen indagar, al probar y explicar, y comunicar, al describir el proceso con más claridad.

La Figura 56 muestra las fortalezas al comparar el antes y el después del proceso.

**Figura 56.**

*Fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar*



*Nota: La imagen muestra el resumen del fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar.*

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 5.1. Introducción

En este capítulo se presentan la discusión, las conclusiones, las limitaciones, los aportes y las recomendaciones que surgen del proceso de investigación, esta parte busca interpretar lo que se encuentra durante la aplicación del ambiente de aprendizaje STEM y explicar qué significan los resultados dentro del contexto de la escuela rural donde se desarrolla el proyecto

La discusión analiza los hallazgos a partir de los objetivos de la investigación y los relaciona con los autores revisados en el marco conceptual y en el estado del arte, de esta manera se busca comprender cómo lo que ocurre en el aula dialoga con lo que otros estudios han encontrado sobre competencias científicas, indagación, comunicación, aprendizaje activo y educación STEM en contextos escolares. Después de la discusión se presentan las conclusiones del estudio, en esta parte se responde a las preguntas de investigación y se sintetizan los principales resultados que deja el proyecto.

Posteriormente se describen las limitaciones del estudio, reconocer estas limitaciones permite comprender mejor el alcance de los resultados y entender las condiciones en las que se desarrolla la investigación, en este caso se consideran aspectos como el tamaño del grupo, el tiempo de implementación, el uso de materiales reciclados y las particularidades del contexto escolar. También se presentan los aportes que deja la investigación, estos aportes se relacionan con el campo educativo, con la institución donde se desarrolla el proyecto y con otros contextos escolares que pueden beneficiarse de experiencias similares.

Finalmente se incluyen algunas recomendaciones que salen a partir de la experiencia, estas recomendaciones buscan orientar futuras investigaciones y proponer caminos para seguir fortaleciendo este tipo de propuestas educativas, de esta manera se plantean posibles mejoras, nuevas líneas de trabajo y reflexiones sobre cómo ampliar el uso del ambiente de aprendizaje STEM en otros contextos educativos.

Este capítulo permite comprender el significado de los resultados obtenidos y muestra cómo una experiencia educativa basada en problemas reales del entorno puede contribuir al aprendizaje de los estudiantes y al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias en la escuela rural.

## 5.2. Discusión

El capítulo discute los hallazgos por objetivo, comparando lo encontrado con el marco conceptual y con estudios previos incluidos en el estado del arte. La discusión se enfoca en tres ejes principales: (1) el diseño y validación del instrumento y guías; (2) la aplicación del ambiente de aprendizaje STEM mediante el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar; (3) la evidencia del fortalecimiento de las competencias científicas de indagar y comunicar obtenida en los datos arrojados de la entrevista semiestructurada con la rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé”, como forma de hacer visible el aprendizaje. En todos los casos, la discusión se centra en coherencia entre lo que se busca fortalecer y lo que se logra observar con los instrumentos, dentro de una lógica cualitativa. (Lincoln & Guba, 1985; Creswell & Poth, 2017; Timonen et al., 2024).

### 5.2.1. Discusión del objetivo 1

El primer objetivo de la presente investigación busca crear una secuencia que cumpla ciertos requisitos, entre lo logrado se obtiene un diseño didáctico completo, porque organiza un ambiente de aprendizaje STEM en una secuencia de cinco sesiones reunidas en tres guías de interaprendizaje, esa forma de organizar momentos también se relaciona con la idea de progresión del aprendizaje, la secuencia no se plantea como una unidad teórica extensa, ya que busca que el conocimiento se construya paso a paso: primero se reconoce el problema en la huerta, luego se explora un principio básico del flujo del agua, más adelante se diseña el plan del prototipo, después se construye (a pequeña escala) y se prueba, y al final se socializa. Bautista (2022) explica que, en contextos escolares, el diseño de una intervención necesita una ruta comprensible, con evidencias observables, para que el análisis posterior tenga base, además, Timonen, Foley y Conlon (2024) agregan que la calidad de estas actividades se entiende como un proceso relacional y consistente, donde la forma de recoger datos debe dialogar con el sentido de lo que se está implementando, en este caso, la consistencia se aprecia porque las evidencias responden a lo trabajado lo cual ayuda a que el proceso quede documentado.

El documento Visión STEM del Ministerio de Educación Nacional y Parque Explora (2021) describe STEM como un enfoque para aprender para la vida, donde los problemas del entorno se convierten en motores del aprendizaje, en la secuencia creada, la huerta cumple exactamente esa función, ya que organiza las preguntas, guía la observación, justifica la experimentación y le da sentido al prototipo. El MEN (2025), al presentar el enfoque STEM resalta

la pertinencia como criterio clave, la cual se refleja en el hecho de que la secuencia parte de lo que la escuela tiene y necesita, y desde ahí construye un proceso de indagación y comunicación que se entiende como útil para su propio contexto. En este orden de ideas, el ambiente de aprendizaje STEM que se diseña se sostiene en un elemento central, que es la contextualización del problema real de la escuela, es decir, la falta de riego en la huerta.

Ramos-Lizcano et al. (2022) señalan que, en muchas experiencias, el ambiente de aprendizaje STEM se vuelve sólido cuando las actividades se enfocan alrededor de un reto concreto, la idea de estas guías es aprovechar cada uno de estos componentes, la ciencia aparece en ideas básicas como gravedad, flujo y cuidado del agua; la tecnología aparece en el uso de herramientas sencillas y en la lógica de aprovechar recursos disponibles; la ingeniería aparece en el proceso de diseño, construcción, prueba y ajuste; las matemáticas aparecen en mediciones sencillas, conteo de materiales y representación espacial en el boceto, así mismo, Gras y Alí (2023) plantean que esta integración es especialmente valiosa en primaria, porque permite que el estudiante aprenda haciendo, pero con propósito, y eso coincide con lo que se observa en la secuencia planificada.

La primera guía, centrada en el agua en la huerta, ubica el problema como punto de partida del ambiente, Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020) describen la indagación en aula multigrado como una estrategia que requiere orientación simple y actividades observables, porque el estudiante necesita tener claro qué mirar, qué registrar y qué decir, se puede decir que se apropia esto ya que la secuencia presenta una observación guiada con registro básico del estado del suelo, las plantas y las zonas donde el agua no llega, lo cual convierte la huerta en un espacio de observación con intención. En la misma línea, Carvajal-Sánchez et al. (2023) explican que las competencias científicas en niños se fortalecen cuando se promueven acciones como observar, preguntar, describir y explicar; esas acciones aparecen desde el inicio, con preguntas simples que activan conocimientos previos y con un cierre que pide comunicar lo observado mediante un dibujo o una respuesta breve.

La segunda guía tiene una función clara dentro del proceso llevar la indagación a una experiencia experimental que se relaciona con decisiones futuras del prototipo; la huerta escolar y los problemas ambientales cercanos permiten impulsar pensamiento científico cuando el estudiante observa fenómenos, compara resultados y extrae conclusiones sencillas (Tobar, Carabalí y Bonilla, 2020), la guía propone observar el comportamiento del agua en superficies con distintas

inclinaciones y registrar lo que se ve con dibujos y texto; ante esto, Carvajal-Sánchez et al. (2023) plantean que, a edades tempranas, la relación causa–efecto se fortalece cuando el estudiante tiene oportunidad de anticipar lo que cree que pasará y luego contrastarlo con lo que ocurre. En el resultado presentado, el momento previo pide hipótesis simples y el momento final solicita explicar qué se descubre y por qué se cree que ocurre, lo cual organiza la indagación como un proceso completo, sencillo y entendible.

La tercera guía abre un cambio importante en la secuencia, porque pone su atención en comunicar como parte del diseño, por tanto, se pide al estudiante que elabore un boceto y explique su plan antes de construir. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020) describen que la enseñanza de la ingeniería en K–12 requiere que el estudiante aprenda a representar ideas, justificar decisiones y planear antes de fabricar y Sung y Kelley (2022) también respaldan esto al señalar que el proceso de diseño en estudiantes pequeños se fortalece cuando el trabajo incluye momentos de planeación y explicación, ya que esto permite que el diseño tenga intención y que el estudiante pueda sostener un argumento básico.

La Sesión 4 transforma el plan en un objeto real y obliga a probar, fallar y ajustar hasta que funcione bien. Por eso, este proceso de repetición enseña que la ingeniería consiste en mejorar el diseño constantemente mediante la práctica. Así, el estudiante aprende que el error es solo un paso necesario para lograr un sistema de riego estable. En el resultado del Objetivo 1, la guía organiza el armado con materiales reciclables y permite pruebas durante el proceso, donde se identifican fugas, partes sueltas o poca estabilidad. Ese diseño didáctico hace que la indagación no se limite al experimento de la Sesión 2, porque vuelve a aparecer durante la construcción como observación y verificación del funcionamiento real. Freeman et al. (2014) muestran que el aprendizaje activo mejora el desempeño en ciencia e ingeniería; en este caso, el aprendizaje activo se expresa en la práctica de construir con estos materiales reciclados y en la necesidad de tomar decisiones basadas en lo que se observa y se logra construir.

La Sesión 5 organiza el cierre con énfasis en la comunicación y la reflexión del prototipo para que los niños ordenen lo vivido y expliquen sus decisiones con lenguaje claro. Por eso, la guía estructura la presentación con apoyos visuales y espacios para preguntas dentro de una lógica organizada y ajustada al salón. Así, la adaptación al contexto rural se nota en el uso de instrucciones simples que permiten al estudiante avanzar a su propio ritmo sin perderse. En ese caso, la guía se vuelve el eje principal para que el docente acompañe a grupos de distintos niveles y mantenga la

autonomía en el trabajo diario. Además, la secuencia aprovecha la mezcla de grados como apoyo entre pares, lo cual se alinea con enfoques de aprendizaje por proyectos cuando existe distribución de tareas y comunicación constante, como plantean Villanueva-Morales et al. (2022), porque la colaboración se organiza.

El uso de materiales locales y reciclados es una decisión que hace viable el ambiente de aprendizaje STEM en condiciones reales. Olivares-Molina y Flores-López (2024) discuten los desafíos de la educación STEM cuando se busca resignificar saberes y prácticas comunitarias, y una parte de ese desafío es diseñar experiencias que no dependan de recursos difíciles de conseguir. En el resultado del Objetivo 1, la guadua, las piedras, las botellas y los baldes se convierten en materiales del aprendizaje, lo cual permite construir ingeniería escolar sin laboratorios sofisticados. El componente ambiental según Alejo-López et al. (2021) presentan experiencias de educación ambiental donde el cuidado del agua se trabaja con niños desde la escuela mediante acciones concretas y reflexiones sencillas. La secuencia creada conecta el riego con el cuidado del agua y con la huerta como espacio de aprendizaje, lo cual permite que el ambiente de aprendizaje STEM se asocie con una necesidad ambiental cercana.

En este orden de ideas, la coherencia del estudio ayuda a que todo el proceso sea de mejor calidad porque las decisiones que se toman son constantes y claras. Por eso, autores como Creswell y Poth (2017) dicen que un buen diseño se nota cuando se entiende para qué sirven los instrumentos y cómo se conectan con lo que se busca lograr. Así, en esta investigación cada sesión genera evidencias que se alinean con los objetivos desde el principio, lo que permite un análisis real sin depender de ideas sueltas o registros incompletos.

También es pertinente ubicar este resultado dentro del marco educativo colombiano, porque el diseño se apoya en una lógica de trabajo contextualizado y por proyectos. El Decreto 1860 de 1994 del MEN permite comprender que el trabajo pedagógico se puede organizar con flexibilidad y con proyectos que respondan al contexto escolar, lo cual respalda que la huerta y el riego se conviertan en eje de aprendizaje integrado. A la vez, la Ley 2427 de 2024 refuerza la enseñanza para la sostenibilidad ambiental y el cambio climático, lo cual se conecta con el énfasis de la secuencia en el cuidado del agua como necesidad real y como aprendizaje con sentido. Estas referencias ayudan a mostrar que el diseño no queda por fuera de lineamientos nacionales, sino que se relaciona con prioridades actuales de la educación y con lo que se espera que la escuela trabaje.

Luego de exponer estos puntos en la discusión de los resultados del Objetivo 1 se puede decir que un aporte central es que la secuencia muestra una ruta didáctica que hace visibles las competencias de indagar y comunicar desde el inicio hasta el cierre. Además, al estar diseñada para un aula multigrado y con materiales reciclables y comunes, el ambiente de aprendizaje STEM se vuelve posible en condiciones reales, lo cual aporta al uso de STEM en ruralidad sin depender de recursos externos o de laboratorios. Otro aporte importante es que la secuencia deja previstos registros y productos por sesión, lo que permite analizar el proceso y no únicamente el resultado final del prototipo.

### *5.2.2. Discusión del objetivo 2*

La aplicación de la secuencia deja hallazgos que permiten discutir la pertinencia del enfoque STEM, el papel del entorno rural, el avance en las competencias científicas y las tensiones que surgen en el proceso.

Un punto fuerte de lo encontrado es que la indagación se activa desde lo cotidiano, esto se relaciona con Carvajal-Sánchez et al. (2023), porque ellos insisten en que los niños desarrollan competencias científicas cuando el aprendizaje arranca con acciones cercanas, como observar, describir y explicar lo que ven. En este caso, esa relación se cumple porque el punto de partida no es una explicación teórica del “sistema de riego”, es la huerta y lo que los estudiantes ya saben de plantas y riego. También tiene relación con la mirada sociocrítica, porque Álvarez et al. (2023) plantean que la investigación en educación, desde este enfoque, debe partir de problemas reales del contexto y no de situaciones desconectadas. En ese sentido, la aplicación del ambiente de aprendizaje STEM sí se comporta como proponen estos autores, ya que la indagación tiene sentido porque está asociada al territorio.

Si bien estos hallazgos se alinean con los planteamientos teóricos revisados, el estudio permite advertir un aspecto relevante: partir de situaciones cotidianas favorece la disposición de los estudiantes para formular preguntas y explicar sus ideas; sin embargo, este punto de partida no garantiza por sí mismo una transición inmediata hacia el uso de un lenguaje científico más formal, este proceso requiere mediación pedagógica intencional que acompañe de manera progresiva la apropiación conceptual. Esto no contradice a Carvajal-Sánchez et al. (2023), más bien muestra una condición, que el paso de lo cotidiano a lo más conceptual necesita acompañamiento constante. En otras palabras, la experiencia confirma que la introducción del contexto funciona, pero también

muestra que se requiere guía para que ese saber cotidiano se transforme en explicaciones más claras.

Lo que se observa sobre la relación entre falta o exceso de agua y el estado de las plantas se conecta con Carvajal-Sánchez et al. (2023), porque esa relación causa–efecto es parte de lo que ellos consideran clave para desarrollar competencias científicas en edades tempranas. Aquí se confirma esa idea, ya que las respuestas de los estudiantes muestran comprensión funcional, aunque sea en lenguaje sencillo. Además, esta parte se puede discutir desde el enfoque de educación ambiental. Tobar et al. (2020) y Alejo-López et al. (2021) muestran que la huerta escolar sirve para trabajar pensamiento científico cuando se orienta con intención y cuando se conecta con situaciones reales como el cuidado del agua. Lo que pasa en este estudio es que esa conexión sí se da, porque el problema del riego se trata como una necesidad real, y eso le da sentido a la experiencia. En este punto no hay una discrepancia fuerte con los autores, pero sí se puede decir que la experiencia apoya la idea de que la huerta es un escenario válido para ciencia escolar, y que el cuidado del agua aparece de forma natural cuando el problema es auténtico, no forzado.

El ambiente de aprendizaje STEM suele insistir en la integración real de disciplinas, y Ramos-Lizcano et al. (2022) señalan que STEM se consolida cuando esa integración se da alrededor de un reto concreto. En la aplicación se ve esa integración porque medir la huerta es necesario para pensar el riego, es decir, las matemáticas entran porque el proyecto las necesita. Sin embargo, aquí aparece una tensión importante con lo que normalmente se muestra en la literatura, porque en la práctica surge una dificultad concreta con las unidades. Muchas veces los textos hablan de la integración como si fuera fluida, pero en el aula real aparecen vacíos básicos que frenan el proceso. Esto quiere decir que la integración STEM no es automática y que el componente matemático necesita más preparación o más apoyo, sobre todo en ruralidad multigrado. En ese sentido, lo que se discute es que integrar matemáticas también deja ver debilidades que se deben asumir como parte del proceso.

Una parte que ayuda a discutir el objetivo 2 es que la indagación no se limita a experimentar con guadas o a construir con botellas, también hay indagación cuando se comparan tipos de riego por observación de imágenes. Esto se relaciona con Linder y Eckhoff (2020), porque plantean que en STEM con niños la explicación y la comprensión se apoyan mucho en representaciones simples, como imágenes, dibujos y conversación. En este estudio esa idea se sostiene, porque la actividad de relación y clasificación ayuda a que los estudiantes diferencien opciones antes de diseñar. Aquí

la discusión es que observar, comparar y decidir también es indagar y puede ser un paso clave para construir con más sentido, reforzando lo que dicen los autores y dando un ejemplo aplicado en aula rural multigrado.

Las preguntas que surgen sobre materiales, costos y control del agua se relacionan con la idea de integración STEM alrededor de un reto real, como señalan Ramos-Lizcano et al. (2022), y también se relacionan con lo que plantean National Academies (2020) y Sung y Kelley (2022), porque el pensamiento ingenieril no se trata solo de armar algo, se trata de pensar en cómo funciona, con qué se puede hacer, qué límites hay y cómo se mejora. En este punto, la experiencia coincide con la literatura, pero también muestra una diferencia importante, y es que el pensamiento ingenieril aparece ligado a restricciones del contexto, como conseguir materiales y evitar fugas. Eso se conecta con Olivar-Molina y Flores-López (2024), cuando dicen que STEM en territorios no puede copiar modelos urbanos y debe trabajar con recursos reales del entorno. Aquí el prototipo se ajusta a eso, porque el diseño está condicionado por lo que hay disponible, y eso hace que el reto sea más auténtico.

Sobre comunicar, Villanueva-Morales et al. (2022) dicen que el trabajo por proyectos fortalece habilidades transversales porque obliga a organizar y explicar. En esta experiencia esa relación se ve clara, porque el prototipo y los bocetos llevan a los estudiantes a explicar mejor, a ordenar ideas y a usar palabras más precisas. Así que en general el resultado apoya lo que dice ese autor. Pero también se debe discutir que comunicar en el aula no avanza igual en lo escrito que en lo oral. En la práctica, varios estudiantes logran explicar mejor cuando se apoyan en dibujos o en la guía y no tanto cuando hablan solos. Esto muestra una condición importante en primaria, que la comunicación oral necesita espacios de ensayo y acompañamiento, porque el nerviosismo también afecta. Es decir, el ambiente ayuda a comunicar, pero deja claro que comunicar no es solo tener una actividad final, también es preparar al estudiante para hablar con seguridad o presentar sus ideas claramente, sean dibujos o textos, lo importante es que las ideas se transmitan bien.

En la construcción se ve la iteración que plantea National Academies (2020), porque el prototipo exige probar, fallar y ajustar. Esto confirma el enfoque de ingeniería escolar que proponen. También se conecta con Alarcón-Castro (2022), porque en propuestas con prototipos reutilizables el aprendizaje se hace visible en la construcción y en la mejora, no solo en el producto final. Aquí sí vale la pena discutir una diferencia con lo que muchas veces se dice de forma muy general sobre aprendizaje activo. Freeman et al. (2014) muestran beneficios del aprendizaje activo

en desempeño, pero en el aula real el aprendizaje activo también trae retos, como demoras, frustración y necesidad de acompañamiento más cercano cuando algo no funciona. Entonces, el estudio muestra que su aplicación necesita tiempo y organización, especialmente cuando los materiales son reciclables y el aula es multigrado. En otras palabras, el aprendizaje activo funciona, pero exige condiciones de implementación, y eso se ve mucho en este objetivo.

Johnson y Johnson (2013) plantean que el aprendizaje cooperativo necesita metas compartidas, roles y responsabilidad. En este objetivo 2 se ve que el trabajo en equipo es necesario para que el prototipo avance y para que la socialización se pueda hacer. Eso apoya lo que dicen los autores. La experiencia muestra que la guía y la organización docente hacen mucha diferencia para que haya coordinación y para que el grupo se apoye de verdad. Esta idea se relaciona con Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020), porque se necesitan tareas claras y orientación. En este orden de ideas, la cooperación funciona porque hay estructura, roles y apoyo, y sin eso el trabajo cooperativo se puede volver desordenado.

También es importante reconocer limitaciones propias de este Objetivo 2, porque aquí se habla de implementación en un contexto real que tiene condiciones particulares. Desde lo ya discutido se puede decir que se ven confusiones de unidades al medir la huerta, lo que sugiere que la parte matemática necesita más acompañamiento o más tiempo para afianzar medidas y unidades. Además, el trabajo con materiales reciclables hace viable la experiencia, pero también puede generar variaciones en estabilidad y uniones, lo que implica más ajustes durante la prueba y más apoyo docente en momentos específicos de la construcción.

### 5.2.3. *Discusión del objetivo 3*

La rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora sé” ayuda a ordenar el análisis porque permite comparar el cambio de ideas tras la experiencia, lo que coincide con Project Zero (2019) al buscar que el estudiante haga explícito su aprendizaje. En este orden de ideas, el instrumento se conecta con lo que plantean Creswell y Poth (2017) y Bautista (2022) sobre entender los procesos y transformaciones en la investigación cualitativa, aunque existe el límite de que no todos alcanzan el mismo nivel de explicación por sus diferentes ritmos y edades. Por eso, en la competencia de indagar se nota un avance desde ideas rápidas hacia relaciones de causa y efecto, tal como sostienen Carvajal-Sánchez et al. (2023) al decir que las competencias científicas crecen cuando los niños observan y explican lo que viven. Así, esto también se relaciona con Bernal-Roncancio y Ruiz-

Cruz (2020) en aulas multigrado, porque el progreso ocurre cuando el ambiente de aprendizaje STEM da oportunidades reales para ensayar y observar con acompañamiento constante.

Aun así, también es importante discutir qué tanto cambia la profundidad de la explicación, en otras palabras, el cambio coincide con la literatura, pero también confirma una realidad que a veces no se muestra tanto en experiencias STEM: el avance ocurre por pasos y necesita repetición y tiempo para que el estudiante pase de una explicación simple a una explicación más completa. Otro tema para discutir es la comprensión del agua dentro de la huerta. En estudios de Alejo-López et al. (2021) y Vargas-Mora y Figueroa-Wences (2021) muestran que el cuidado del agua se comprende mejor cuando se trabaja desde situaciones reales, cercanas al contexto del niño, y no desde discursos abstractos. En este caso, el ambiente de aprendizaje STEM se desarrolla en la huerta, por lo tanto, el cambio entre el antes y el después se puede discutir como una comprensión más conectada con el cuidado, la necesidad del recurso y el uso responsable.

En relación con el fenómeno del agua en superficie plana e inclinada, la discusión se centra en que el antes suele mostrar explicaciones intuitivas y el después muestra ideas más cercanas a lo observado. Freeman et al. (2014) plantean que el aprendizaje activo mejora el desempeño en ciencias y matemáticas, porque el estudiante comprende mejor cuando participa, experimenta y discute. Aunque este estudio de Freeman et al. (2014) no se centra en primaria rural, su idea general sí se relaciona con lo que ocurre aquí, ya que la comprensión del fenómeno se construye desde la prueba y no desde una explicación teórica. Además, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020) y Sung y Kelley (2022) resaltan que la enseñanza de ingeniería en edades tempranas debe apoyarse en experiencias donde el estudiante observe variables, compare condiciones y tome decisiones. En este ambiente STEM, la variable pendiente se convierte en un criterio para entender el flujo y pensar el diseño del riego, lo cual coincide con estos autores.

Otro cambio que permite discutir fortalecimiento de indagar y comunicar se observa en la comprensión de cómo unir materiales y construir algo funcional. Blank y Lynch (2018) explican que el diseño y la ingeniería en niños se desarrollan cuando enfrentan un problema real y deben probar, ajustar y decidir. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020) también insisten en que el diseño ingenieril se aprende en procesos iterativos. En este estudio, el paso del antes al después se interpreta como un avance porque el estudiante empieza a reconocer que unir materiales es escoger una técnica según el material y según la necesidad del prototipo. Esto coincide con los autores, ya que la toma de decisiones aparece desde la experiencia.

Al usar materiales reciclados, la unión de las partes necesita más tiempo y guía para evitar fallas, tal como explican Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) sobre la importancia de acompañar estos procesos. Por eso, el estudiante pasa de ver el riego como una acción manual a entenderlo como una estructura con funciones claras, lo cual coincide con National Academies (2020) al decir que la ingeniería busca que los niños piensen en sistemas con propósito. Así, la comunicación también mejora porque el grupo deja atrás las ideas vagas y usa dibujos o diálogos para explicar sus hallazgos, algo que Linder y Eckhoff (2020) resaltan como clave para que los escolares entiendan mejor lo que hacen. En ese caso, el cambio del antes al después confirma lo que señalan Villanueva-Morales et al. (2022) sobre cómo las actividades prácticas obligan a organizar ideas y fortalecer la habilidad de comunicar como parte del trabajo diario.

Este punto es clave en discusión, porque muestra que el fortalecimiento existe, pero todavía se requiere más práctica para que la comunicación sea más organizada y menos corta. En aula multigrado, esto puede necesitar ensayos, socializaciones pequeñas y acompañamiento docente más frecuente. Esto se relaciona con Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020), porque en multigrado la comunicación se fortalece con práctica gradual. Punto adicional que permite discutir el fortalecimiento de indagar es la búsqueda de información, en el antes el estudiante suele tener una visión limitada de dónde se busca información, en el después aparece una visión más amplia que incluye internet y fuentes cercanas.

Aun así, también se debe mencionar que el avance es real porque amplía la idea de búsqueda, pero queda un reto para futuras aplicaciones: enseñar cómo escoger lo útil y cómo contrastar información de acuerdo con la edad. Este punto también se puede justificar desde el cuidado metodológico de instrumentos, porque si se busca fortalecer indagar es importante guiar el proceso de búsqueda con criterios sencillos y claros, para que sea una indagación más completa (Aiken, 1980; Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008).

Para cerrar, la discusión del Objetivo 3 sostiene que el ambiente de aprendizaje STEM fortalece indagar y comunicar porque el cambio entre el antes y el después muestra avances en la forma de explicar relaciones causa-efecto, en la comprensión del fenómeno del agua desde la prueba, en la toma de decisiones básicas para construir y en el reconocimiento de formas de comunicar hallazgos. Esto coincide con Carvajal-Sánchez et al. (2023) sobre competencias científicas en niños, con Bernal-Roncancio y Ruiz-Cruz (2020) sobre indagación en multigrado,

con Freeman et al. (2014) sobre aprendizaje activo y con Sung y Kelley (2022) sobre enseñanza temprana de ingeniería.

### 5.3. Conclusiones

El estudio parte del supuesto de que un ambiente de aprendizaje STEM, organizado en una secuencia clara y orientado por un problema real de la escuela, puede fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar en estudiantes de primaria. La evidencia confirma este supuesto: cuando las actividades se centran en un problema cercano (*en este caso, la necesidad de regar la huerta*) y se diseñan en torno a una ruta de observación, experimentación, diseño, construcción y socialización, los niños progresan en la capacidad de explicar relaciones causa–efecto, proponer soluciones y comunicar lo que encontraron. Por tanto, la conclusión general es que el ambiente de aprendizaje STEM diseñado y aplicado en la Escuela Rural Guayaquil sí contribuye al fortalecimiento de indagar y comunicar.

Ahora bien, en este punto se responde cada una de las preguntas planteadas inicialmente, llegando a la conclusión que:

- La primera meta es crear una secuencia de ambiente de aprendizaje STEM que funcione bien en el salón, por eso se usan guías basadas en Escuela Nueva. Así, la huerta y el agua permiten pasar de nombrar plantas a realizar experimentos reales sobre el movimiento del agua y la construcción de prototipos, de esta manera se unen la ciencia y la ingeniería en un plan ordenado que conecta lo que se observa en el campo con lo que se aprende en clase.
- Sobre la segunda pregunta, el ambiente de aprendizaje STEM ayuda a fortalecer la forma en que los estudiantes investigan y comunican lo que ocurre. Por eso las ideas pasan de frases cortas a explicaciones más completas sobre por qué el agua se estanca o cómo la inclinación cambia la velocidad, de esta manera al dibujar bocetos y exponer el sistema de riego los estudiantes mejoran la forma de hablar y escribir para que los demás comprendan sus descubrimientos.
- La tercera pregunta confirma que usar la rutina “Antes pensaba – Ahora sé” permite ver el cambio en lo que los estudiantes aprenden dentro del ambiente de aprendizaje STEM. Así los estudiantes dan respuestas diferentes al final y explican por qué su pensamiento cambia a partir de lo que observan en los experimentos, en este sentido la reflexión

ayuda a que cada estudiante reconozca su propio progreso y justifique sus nuevas ideas con base en lo que logra comprobar durante las actividades.

### 5.3.1. Limitaciones

Aunque los resultados del estudio son positivos, es importante reconocer algunas limitaciones para entender mejor el alcance real de las conclusiones. Estas limitaciones aparecen durante el desarrollo del proyecto y ayudan a mirar el proceso dentro del contexto donde se realiza la investigación.

- El trabajo se realiza en una sola escuela rural y con un grupo pequeño de estudiantes de tercero y quinto grado, lo que limita que los resultados se puedan aplicar directamente a otros contextos educativos, por esta razón no se puede asegurar que el mismo impacto ocurra en instituciones urbanas o en grupos más grandes, ya que cada escuela tiene condiciones diferentes de recursos, espacios y dinámicas de aprendizaje.
- El tiempo de implementación es corto, porque la propuesta se desarrolla en cinco sesiones ( cinco semanas), esta duración no permite observar si los aprendizajes se mantienen a largo plazo ni cómo evolucionan las competencias de indagar y comunicar después de terminar el proyecto, además el tiempo limitado reduce la posibilidad de profundizar algunos temas como el uso de las medidas, la explicación oral de ideas o la discusión más amplia de lo que se observa durante los experimentos.
- El uso de materiales reciclados también representa un reto durante el desarrollo de las actividades, en algunos momentos la falta de botellas o la dificultad para hacer uniones firmes afecta el ritmo del trabajo en clase, esto muestra que el desarrollo del proyecto depende en parte de conseguir materiales adecuados y de que las condiciones del entorno permitan trabajar con tranquilidad en la huerta.
- Los estudiantes aprenden a ritmos diferentes, lo que hace que los niveles de comprensión no sean iguales en todo el grupo, mientras algunos logran entender mejor el funcionamiento del sistema de riego y explicar lo que ocurre con el agua, otros se quedan en respuestas más simples que no alcanzan a relacionar todas las ideas trabajadas durante las actividades.
- Los resultados también dependen de lo que el investigador observa y registra durante las entrevistas, las guías y las rúbricas de evaluación, esto significa que las conclusiones se construyen desde una mirada cualitativa basada en la interpretación de lo que ocurre

en el aula, este aspecto es normal en este tipo de estudios, aunque es importante tenerlo en cuenta al momento de analizar los resultados.

### 5.3.2. *Aportes de la investigación*

Ya conociendo algunas de las limitaciones de estudio, también es necesario exponer aquellos aportes que deja la investigación:

- El trabajo aporta una ruta didáctica organizada en guías por momentos que pueden adaptarse a otros problemas reales de la escuela. La secuencia demuestra que es posible integrar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en primaria rural de manera articulada y coherente. Este ambiente de aprendizaje puede constituirse en un recurso para docentes que buscan implementar STEM con recursos limitados.
- La experiencia confirma que las metodologías activas y el trabajo por proyectos mejoran la participación del grupo y suben el desempeño escolar. Por eso, al ver resultados reales, los estudiantes se motivan más en cada actividad.
- El uso de materiales reciclados permitió que el ambiente se ajustara a las condiciones de la escuela y fomentara la sostenibilidad. En ese caso, el ambiente de aprendizaje STEM reconoce el contexto social y usa los recursos disponibles para convertir la huerta en un laboratorio natural de ciencia y educación ambiental.
- El sistema de riego se trabajó como un reto de ingeniería y no como una simple manualidad. De esta manera, el proceso incluyó diseñar, probar y mejorar el objeto para solucionar fallas reales como las fugas o la inclinación.
- Para la institución educativa, esta investigación deja una experiencia que puede fortalecer el trabajo pedagógico con la huerta escolar. El proyecto muestra que la huerta puede usarse como un espacio de aprendizaje donde se integran varias áreas y donde los estudiantes investigan problemas del entorno mientras construyen soluciones.
- En el contexto local y regional, el estudio muestra que las escuelas rurales pueden desarrollar ambientes de aprendizaje STEM utilizando materiales simples y recursos del contexto. Esta experiencia puede servir como ejemplo para otras instituciones que trabajan con condiciones parecidas y que buscan nuevas formas de enseñar ciencias.
- En el contexto nacional, la investigación aporta una experiencia que muestra la importancia de seguir estudiando cómo los ambientes de aprendizaje STEM ayudan a fortalecer competencias científicas en la educación básica. Estos resultados permiten

comprender mejor cómo los estudiantes aprenden cuando observan su entorno, experimentan con fenómenos reales y comunican lo que descubren.

- Otro aporte importante de la investigación es que valora la vida cotidiana y la cultura rural como base del aprendizaje. El proyecto muestra que lo que los estudiantes viven todos los días en su entorno, como la huerta, el cuidado del agua y el trabajo con la tierra puede convertirse en un punto de partida para aprender ciencia y comunicar ideas. De esta manera la escuela fortalece la relación con su territorio y ayuda a que los estudiantes reconozcan el valor de sus raíces y de los saberes de su comunidad. Este tipo de experiencias aporta a la institución educativa y también a otros contextos locales, regionales, nacionales e incluso internacionales donde se busca que la educación respete y mantenga vivas las culturas rurales; entonces, el estudiante aprende a observar su realidad, diagnosticar problemas de su entorno y explicar lo que vive en su día a día como parte de su proceso de aprendizaje para encontrar una solución y tener presente el ambiente de aprendizaje STEM en su cotidiano vivir.

### 5.3.3. *Recomendaciones*

Como proyecciones y líneas de investigación para el futuro se propone lo siguiente:

- Es necesario repetir esta experiencia en otros grados y escuelas tanto rurales como urbanas para comparar los resultados. Así, una muestra más grande permitiría entender mejor cómo la edad o el contexto influyen al momento de investigar y contar lo que se aprende.
- Se sugiere aumentar el número de clases y hacer un seguimiento después de varios meses para ver si los conocimientos realmente se mantienen. Por eso, es útil revisar si los estudiantes pueden usar lo aprendido cuando se enfrentan a problemas nuevos en otros proyectos.
- Resulta importante ajustar las formas de calificar para que los niveles de aprendizaje en primaria rural sean más exactos. En ese caso, se pueden usar nuevas rutinas de pensamiento que ayuden a ver los cambios en los niños sin que esto signifique más trabajo pesado para el docente o el alumno.
- También se recomienda fortalecer la formación docente en metodologías basadas en ambiente de aprendizaje STEM, ya que este tipo de propuestas necesita que el profesor conozca estrategias de indagación, trabajo por problemas y uso del contexto como

recurso pedagógico. Por eso es importante promover espacios de capacitación donde los maestros aprendan a diseñar actividades con problemas reales de la escuela y a guiar procesos donde los estudiantes observen, experimenten y comuniquen lo que descubren.

- En necesario mencionar que, este tipo de experiencias puede relacionarse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) porque promueve el cuidado del agua, el uso responsable de los recursos y el aprendizaje desde problemas ambientales del entorno. En ese caso el proyecto aporta especialmente al ODS 4 Educación de calidad al fortalecer competencias científicas desde la escuela y al ODS 6 Agua limpia y saneamiento, ya que los estudiantes reflexionan sobre el uso del agua en la huerta y la escuela termina aportando a la formación de estudiantes más conscientes de su entorno y capaces de proponer soluciones sencillas para mejorar su comunidad.

En este orden de ideas, el proyecto demostró que un ambiente de aprendizaje STEM organizado en guías y basado en problemas reales fortalece las competencias de indagar y comunicar en la primaria rural. Por eso, el aprendizaje activo y el uso de materiales locales permitieron que los niños pasaran de respuestas intuitivas a explicaciones más estructuradas al integrar diferentes disciplinas en una sola tarea. Así, aunque existen limitaciones de tiempo y recursos, los resultados resaltan la importancia de seguir investigando para adaptar estas propuestas a otros contextos escolares de manera efectiva. De esta manera, la experiencia ofrece un modelo educativo para el territorio donde la ciencia y la ingeniería se viven a través de la observación y la práctica constante para que las preguntas y las explicaciones se conviertan en un aprendizaje progresivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, L. R. (1980). *Content validity and reliability of single items or questionnaires*. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 955-959.  
<https://es.scribd.com/document/775273466/1980-Aiken-Content-validity-and-reliability-of-single-items-or-questionnaires>
- Alarcón-Castro, L. L. (2022). *Propuesta didáctica para la enseñanza del ciclo de vida y conservación de insectos a partir del diseño de prototipos en material reutilizable*. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (Extra 1), [Memorias del XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental].  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9003812>
- Alejo-López, S. J., Ruiz-Aguilar, G. M. L., & González Ramírez, I. E. (2021). *Experiencias vividas en educación ambiental: Cuidado del agua con niños y niñas desde la escuela*. En XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa (COMIE 2021).  
<https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v16/doc/0630.pdf>
- Álvarez, C., Rincón, D., & Cárdenas, M. (2023). La investigación socio-crítica en educación: fundamentos, alcances y retos contemporáneos. *Revista Colombiana de Educación*, 86(1), 45–66.
- Arguello-Guevara, J. V. (2025). *El método STEM como recurso pedagógico de innovación curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en comunidades educativas de contexto vulnerable*. *Revista Docentes 2.0*, 18(1), 278–290.  
<https://doi.org/10.37843/rted.v18i1.611>
- Bautista, J. (2022). Investigación cualitativa en educación: fundamentos y experiencias en contextos escolares. *Educación y Humanismo*, 24(42), 34–52.  
<https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.5401>
- Bernal Roncancio, A. M., & Ruiz Cruz, M. (2020). *La indagación como estrategia pedagógica en aula multigrado para promover competencias científicas en Ciencias Naturales* (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.  
<http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/8734>

- Blank, J., & Lynch, S. (2018). *Creciendo con STEM. El proceso de diseño: Prácticas de ingeniería en preescolar*. *Young Children*, 73(4). National Association for the Education of Young Children (NAEYC). <https://www.naeyc.org/resources/pubs/yc/sep2018/design-process-engineering-preschool-spa>
- Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and be(com)ing a knowing researcher. *International Journal of Transgender Health*, 24(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard University Press. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1261242>
- Carvajal-Sánchez, P. A., Gallego-Henao, A. M., Vargas-Mesa, E. D., & Arroyave-Taborda, L. M. (2023). Competencias científicas en niños y niñas de primera infancia. *Revista Electrónica Educare*, 27(1), 572–589. <https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14402>
- Chocobar Reyes, E. J., & Barreda Medina, R. F. (2025). *Estructuras metodológicas PICO y PRISMA 2020 en la elaboración de artículos de revisión sistemática: Lo que todo investigador debe conocer y dominar*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/16491/23603>
- Congreso de la República de Colombia. (2013, marzo 20). *Ley 1620 de 2013: Por la cual se crea el Sistema Nacional de Convivencia Escolar y formación para el ejercicio de los derechos humanos, la educación para la sexualidad y la prevención y mitigación de la violencia escolar*. *Diario Oficial* No. 48.733. <http://suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1685356>
- Congreso de la República de Colombia. (2024, septiembre 9). *Ley 2427 de 2024: Por medio de la cual se establece la capacitación, la profundización y la enseñanza para la sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=250916>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2017). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications. <https://revistapsicologia.org/public/formato/cuali2.pdf>

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia, potencia mundial de la vida*. Imprenta Nacional de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27–36. [https://www.humanas.unal.edu.co/lab\\_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol\\_6\\_Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol_6_Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
- Espejo Marín, G. A. (2025). *Diversidad funcional en el alumnado y uso de las TIC: una propuesta de innovación*. *Revista de Estudios Pedagógicos Contemporáneos*, 1–12. <https://estudiospedagogicoscontemporaneos.es/index.php/revista/article/view/21>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fundación Empresarios por la Educación (ExE). (2025). *Análisis de resultados: Examen Saber 11.º 2024*. <https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2025/03/Saber-11-2024-1.pdf>
- Fundación Empresarios por la Educación. (2024). *¿Cómo está Caldas en educación? Retos y prioridades 2024-2027* [Reporte]. <https://www.fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/03/%C2%BFComo-esta-Caldas-en-educacion-Retos-y-prioridades-2024-2027.pdf>
- Gobernación de Caldas. (2025, marzo 28). *Siete nuevas aulas STEM llegarán este año a municipios de Caldas: ¡Gobernación y U. Nacional siguen fortaleciendo la educación digital!* <https://caldas.gov.co/noticias-gobernacion/15113-siete-nuevas-aulas-stem-llegaran-este-ano-a-municipios-de-caldas-gobernacion-y-u-nacional-siguen-fortaleciendo-la-educacion-digital>
- Gras, M., & Alí, C. (Coords.). (2023). *Educación STEM y su aplicación: Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEM. <https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/wp-content/uploads/2024/10/Educacion-STEM-y-su-aplicacion.pdf>

- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2025, agosto). *Informe nacional de resultados del examen Saber 11.º – 2024*. [https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2025/09/INFORME\\_NACIONAL\\_RESULTADOS\\_SABER\\_11\\_2024.pdf](https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2025/09/INFORME_NACIONAL_RESULTADOS_SABER_11_2024.pdf)
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications. <https://books.google.es/books?id=2oA9aWlNeooC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Linder, S. M., & Eckhoff, A. (2020). *Explicando STEAM a los niños en edad escolar*. *Teaching Young Children*, 13(3). National Association for the Education of Young Children (NAEYC). <https://www.naeyc.org/resources/pubs/tyc/feb2020/breaking-down-steam-spa#:~:text=Las%20materias%20de%20STEAM%20para,desde%20perspectivas%20nuevas%20y%20auténticas>
- Ministerio de Educación Nacional & Parque Explora. (2021). *Visión STEM: Educación expandida para la vida*. [https://sedmagdalena.gov.co/wp-content/uploads/Documento-Vision-STEM\\_Colombia.pdf](https://sedmagdalena.gov.co/wp-content/uploads/Documento-Vision-STEM_Colombia.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (1994, agosto 3). *Decreto 1860 de 1994: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994 en los aspectos pedagógicos y organizativos*. *Diario Oficial* No. 41.473. [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articulos-172061\\_archivo\\_pdf\\_decreto1860\\_94.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articulos-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2025). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*. Colombia Aprende. <https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) & Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). *Proyecto Banda Ancha Social y Productiva: Aprovechamiento y sostenibilidad de la infraestructura (Producto #5)*. [https://mintic.gov.co/micrositios/PlanConectividadDigital/870/articulos-399427\\_recurso\\_1.pdf](https://mintic.gov.co/micrositios/PlanConectividadDigital/870/articulos-399427_recurso_1.pdf)
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2020). *Building capacity for teaching engineering in K–12 education*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25612>
- Niño Gutiérrez, E. M., Gómez Torres, F. H., & Briceño Pira, L. (2024, septiembre 5). Desarrollo de habilidades STEM y su relación con la formación en ciudadanía ambiental en las aulas

- de educación preescolar / Development of STEM skills and its relationship with environmental citizenship education in preschool classrooms. *Educación y Ciudad*, (48). <https://doi.org/10.36737/01230425.n48.3185>
- Olivar-Molina, S. A., & Flores-López, W. O. (2024). Desafíos de la educación STEM en la resignificación de saberes y prácticas comunitarias. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 7(1), 90–109. <https://doi.org/10.5377/recsp.v7i1.19363>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2025). *Marco de evaluación de ciencia PISA 2025* (versión preliminar, mayo 2023). [https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/per\\_spa/](https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/per_spa/)
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023, December 5). *PISA 2022 results (Volume I and II) – Country notes: Colombia*. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes\\_ed6fbcc5-en/colombia\\_dd5f34d9-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/colombia_dd5f34d9-en.html)
- Project Zero. (2019). *Antes pensaba... Ahora pienso...* [Rutina de pensamiento]. Harvard Graduate School of Education. <https://pz.harvard.edu/sites/default/files/Antes%20Pensaba%2C%20Ahora%20Pienso%20-%20I%20Used%20to%20Think%2C%20Now%20I%20Think.pdf>
- Ramos-Lizcano, C., Ángel-Uribe, I.-C., López-Molina, G., & Cano-Ruiz, Y.-M. (2022). *Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM*. *Revista Científica*, (45), 1–???. <https://doi.org/10.14483/23448350.19298>
- Sánchez Campo, J. R., & Rodelo Molina, M. K. (2022, marzo 29). *Enfoque STEAM, integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural*. (Vol. 5, Núm. 5, 2021). <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/2721>
- Showalter, R. (2016). *Reflecting in STEM: The benefits of reflection in the STEM approach to instruction*. Creative Educator. <https://creativeeducator.tech4learning.com/2016/articles/reflecting-in-STEM>
- Soto Jiménez, J. R., Flórez Nisperuza, E. P., & Agudelo Arteaga, K. P. (2020). *Caracterización de la competencia: uso comprensivo del conocimiento científico en estudiantes de básica secundaria*. *Revista Boletín Redipe*, 9(11), 142–158. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1118>

- Soto Ramírez, E. R., & Escribano Hervis, E. (2019). *El método estudio de caso y su significado en la investigación educativa*. En D. M. Arzola Franco (Coord.), *Procesos formativos en la investigación educativa: Diálogos, reflexiones, convergencias y divergencias* (pp. 203–221). Red de Investigadores Educativos Chihuahua. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7042305.pdf>
- Sung, E., & Kelley, T. R. (2022). *Elementary students' engineering design process: How young students solve engineering problems* [Publicación académica]. City University of New York (CUNY) Academic Works. [https://academicworks.cuny.edu/ny\\_pubs/959](https://academicworks.cuny.edu/ny_pubs/959)
- Timonen, V., Foley, G., & Conlon, C. (2024). Quality in qualitative research: A relational process. *Qualitative Research Journal*. <https://doi.org/10.1108/QRJ-07-2024-0153>
- Tobar, D. N., Carabalí-Banguero, D. J., & Bonilla, D. S. (2020). La huerta escolar como estrategia en el desarrollo de competencias y el pensamiento científico. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, *13*(1), 101–112. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/5462>
- Tudge, J. R. H., Navarro, J. L., Merçon-Vargas, E. A., & Payir, A. (2021). The promise and the practice of early childhood educare in the writings of Urie Bronfenbrenner. *Early Child Development and Care*, *191*(7–8), 1079–1088. <https://doi.org/10.1080/03004430.2020.1844193>
- UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean. (2022). *El estudio ERCE 2019 y los niveles de aprendizaje en ciencias: ¿Qué nos dicen y cómo usarlos para mejorar los aprendizajes de los estudiantes?* <https://unesdoc.unesco.org/>
- UNESCO. (2025). *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM): Fostering peace through science and collaboration*. <https://www.unesco.org/en/stem>
- Vargas Mora, J. L., & Figueroa Wences, O. (2021). *Estrategias didácticas para el cuidado del agua en la primaria Adolfo López Mateos de la comunidad Kilómetro 30, Acapulco, Guerrero, México* (Documento de conferencia). Universidad Nacional Autónoma de México – Repositorio IIEC. <https://ru.iiec.unam.mx/6448/1/28-098-Vargas-Figueroa.pdf>
- Villanueva Morales, C., Ortega Sánchez, G., & Díaz Sepúlveda, L. (2022). Aprendizaje Basado en Proyectos: metodología para fortalecer tres habilidades transversales. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, *21*(45), 433–445. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n45.2022.022>

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### *Autorizaciones y consentimientos*



**ESCUELA DE  
CIENCIAS  
BÁSICAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, DISEÑO E INNOVACIÓN  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM**

#### **Carta autorización del rector o representante legal de la institución**

Rector

José Omar Ospina Tabares

I.E. Aguabonita

Por medio del presente documento autorizo a la investigadora Laura Paola Santa Blandón, identificada con C.C. 1054926504, responsable del proyecto titulado “Ambiente de aprendizaje STEM para fortalecer las competencias científicas de indagar y comunicar en alumnos de grado 3.º y 5.º de la Escuela Rural Guayaquil (Manzanares, Caldas), mediante el diseño de un prototipo de sistema de riego para la huerta escolar”, correspondiente a la Maestría en Educación STEM del Politécnico Grancolombiano.

El objetivo y beneficio de la investigación es diseñar un ambiente de aprendizaje STEM que permita fortalecer dichas competencias a través de actividades experimentales y colaborativas en torno al problema del riego escolar. El estudio se desarrollará con cuatro estudiantes de aula multigrado (dos de 3.º y dos de 5.º), bajo un enfoque cualitativo, sociocrítico, descriptivo y de estudio de caso.

El proceso metodológico contempla: Diseño y planeación de una secuencia de actividades STEM, implementación de las actividades orientadas a la construcción del prototipo con materiales reciclables, recolección de información mediante guías de trabajo, una entrevista semiestructurada con la rutina “Antes pensaba, ahora sé”, y registro fotográfico del prototipo y dinámicas de aula, así como el análisis descriptivo de la información para identificar patrones y evidencias sobre el desarrollo de competencias.

---



**ESCUELA DE  
CIENCIAS  
BÁSICAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, DISEÑO E INNOVACIÓN  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM**

La intervención pedagógica tendrá una duración aproximada de 4 semanas, con encuentros diarios de 2 horas, y se clasifica como de sin riesgo, dado que: solo incluye actividades pedagógicas propias del aula, no aborda temas sensibles ni procedimientos invasivos, el registro fotográfico será únicamente documental, sin divulgación de identidades, la información recolectada se manejará de manera confidencial y con fines estrictamente académicos, y estará alojada en el repositorio drive del correo POLI.

Conociendo la finalidad de la investigación, autorizo la recolección de información a través de guías, entrevistas semiestructuradas, registro fotográfico del proceso, además de la publicación de los resultados del estudio de investigación en el repositorio institucional del POLI.

Ante cualquier duda o consultas respecto a la investigación puede contactar al investigador responsable: Laura Paola Santa Blandon contacto: 3215948335.

La presente Autorización se firma en dos ejemplares. Uno de los documentos queda en poder del investigador y el otro en poder del rector. Para formalizar el permiso en este estudio, firmo a continuación.



\_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL RECTOR

Ciudad Manzanares Día 15 del mes de octubre del año 2025

## Anexo 2.

### *Instrumentos de recolección de información*

<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN VINCULADO A LOS OBJETIVOS</b>				
<p>En concordancia con el diseño de estudio de caso y el enfoque cualitativo, los instrumentos de recolección de información se seleccionaron en función de los objetivos planteados, priorizando aquellos que permiten recoger experiencias, percepciones y evidencias del proceso pedagógico en contextos reales. Se emplearon técnicas variadas con el fin de garantizar la triangulación de datos, lo cual fortalece la credibilidad y validez de los hallazgos (Creswell y Poth, 2021; Soto-Ramírez y Escribano-Hervis, 2019).</p> <p>Así, se incluyen instrumentos como la entrevista semiestructurada, que permite profundizar en las percepciones de los estudiantes, 3 Guías de aprendizaje (secuencia de actividades) las cuales, aunque no son un instrumento como tal están diseñadas para tomar información y finalmente, el registro fotográfico, que constituye un insumo visual para documentar las fases del proceso y apoyar el análisis descriptivo.</p>				
<b>OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES (CUALITATIVOS)</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Objetivo General	Ambientes de aprendizaje STEM	Resolución de problemas con enfoque experimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica una situación real en su entorno.</li> <li>Propone ideas iniciales para resolver necesidades locales.</li> </ul>	Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 1	Ambientes de aprendizaje STEM	Secuencia de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participa en actividades contextualizadas e integradoras.</li> <li>Reconoce el uso de materiales del entorno en el proceso.</li> </ul>	Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 2	Competencias científicas	Indagación activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formula preguntas sobre el sistema de riego y su utilidad.</li> <li>Explora soluciones mediante pruebas con materiales diversos.</li> </ul>	Registro fotográfico; Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 2	Competencias científicas	Comunicación de saberes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explica ideas y resultados de forma oral, escrita o gráfica.</li> <li>Usa esquemas, dibujos u objetos para representar procesos.</li> </ul>	Entrevista semiestructurada; Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 1 y 2	Pensamiento ingenieril	Diseño y funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contribuye al diseño del sistema de riego con funcionalidad básica.</li> <li>Relaciona el flujo del agua con su uso en el cultivo.</li> </ul>	Guías (secuencia de actividades); Registro fotográfico
Objetivo específico 1 y 2	Pensamiento ingenieril	Aplicación tecnológica en contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplea materiales disponibles en el entorno.</li> <li>Participa en la solución de un problema escolar real.</li> </ul>	Guías (secuencia de actividades)

Objetivo específico 2	Problemas ambientales	Identificación de necesidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la falta de riego como problemática ambiental concreta.</li> <li>• Vincula la necesidad del sistema con el cuidado del agua.</li> </ul>	Entrevista semiestructurada; Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 2	Problemas ambientales	Funcionalidad educativa de la huerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la huerta como un espacio pedagógico activo.</li> <li>• Participa en actividades escolares orientadas al cultivo.</li> </ul>	Registro fotográfico; Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 3	Procesos colaborativos	Participación en equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se involucra activamente en el desarrollo del prototipo.</li> <li>• Asume responsabilidades dentro del grupo de trabajo.</li> </ul>	Registro fotográfico; Guías (secuencia de actividades)
Objetivo específico 3	Procesos colaborativos	Diálogo reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambia ideas con respeto.</li> <li>• Justifica decisiones durante el proceso de trabajo en equipo.</li> </ul>	Entrevista semiestructurada; Guías (secuencia de actividades)

### Anexo 3.

#### Planeación semanal

PLANEACIÓN SEMANAL DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM					
<p>La planeación semanal del ambiente de aprendizaje STEM, se fundamentada en el Modelo Escuela Nueva, constituye la ruta pedagógica que orienta el desarrollo de las competencias científicas de indagar y comunicar en los estudiantes de grado 3.º y 5.º de la Escuela Rural Guayaquil, donde cada semana integra actividades de vivencia, fundamentación, ejercitación y aplicación, garantizando un aprendizaje activo y participativo. Asimismo, se articula la interdisciplinariedad propia del enfoque STEM con los elementos de un ambiente de aprendizaje de información, interacción, producción y exhibición, lo que permite que la experiencia educativa se enriquezca y se contextualice en la solución de un problema real: el diseño de un sistema de riego para la huerta escolar.</p>					
SEMANA	ENFOQUE PRINCIPAL	COMPETENCIA CIENTÍFICA	ACTIVIDADES CLAVE	ENFOQUE STEM	PRODUCTO GUÍA
Semana 1	Introducción al problema y diagnóstico participativo	Indagar y comunicar	<p>A. Vivencias: Conversatorio sobre la situación problema donde se toquen temas como el exceso o escasez de agua en la huerta.</p> <p>B. Fundamentación: Explicación sobre qué es un sistema de riego y su importancia.</p> <p>C. Ejercitación: ejercicios y observación guiada de imágenes y prototipos.</p> <p>D. Aplicación: Planteamiento de preguntas para investigar materiales reciclables útiles. (<i>Información e Interacción</i>)</p>	<p><i>Ciencia:</i> Observación y formulación de preguntas.</p> <p><i>Tecnología:</i> Identificación de recursos.</p> <p><i>Ingeniería:</i> Planteamiento de diseños.</p> <p><i>Matemáticas:</i> Medición básica del terreno.</p>	<p>Guía 1 alumno: Diagnóstico y exploración del problema. Guía 1 docente: Orientaciones técnicas.</p>
Semana 2	Diseño colaborativo del prototipo	Indagar y Comunicar	<p>A. Vivencias: Recordar el problema y materiales identificados.</p> <p>B. Fundamentación: introducción a la inclinación o pendiente del terreno y flujo de agua.</p> <p>C. Ejercitación: Realizar experimentos con botellas y mangueras recicladas.</p> <p>D. Aplicación: Elaboración del primer boceto del prototipo. (<i>Información, Interacción y Producción</i>)</p>	<p><i>Ciencia:</i> Hipótesis sobre el funcionamiento.</p> <p><i>Tecnología:</i> Uso y reutilización de materiales.</p> <p><i>Ingeniería:</i> Diseño y planificación.</p> <p><i>Matemáticas:</i> Proporciones y medidas.</p>	<p>Guía 2 alumno: Diseño del prototipo. Guía 1 docente: Orientaciones técnicas.</p>

Semana 3	Construcción y experimentación	Indagar y comunicar	<p>A. Vivencias: Socialización de avances y dificultades en el diseño.</p> <p>B. Fundamentación: Utilización de técnicas básicas de unión de materiales.</p> <p>C. Ejercitación: Construcción del prototipo en grupos.</p> <p>D. Aplicación: Prueba del prototipo y ajustes necesarios. (<i>Producción</i>)</p>	<p><i>Ciencia:</i> Experimentación y registro de datos.</p> <p><i>Tecnología:</i> Uso de herramientas y materiales.</p> <p><i>Ingeniería:</i> Ajustes estructurales. <i>Matemáticas:</i> Cálculo del flujo de agua.</p>	<p>Guía 3 alumno: Construcción y prueba. Guía 1 docente: Orientaciones técnicas.</p>
Semana 4	Socialización y reflexión crítica	Comunicar	<p>A. Ejecutar ajustes y mejoras al prototipo.</p> <p>B. Presentación del prototipo a la comunidad escolar, explicando su funcionamiento y beneficios. (Exhibición)</p> <p>C. Se realiza la reflexión grupal sobre la experiencia.</p>	<p><i>Ciencia:</i> Análisis de resultados. <i>Tecnología:</i> Valoración de la innovación.</p> <p><i>Ingeniería:</i> Propuestas de mejora. <i>Matemáticas:</i> Análisis de eficiencia.</p>	<p>Guía 4 alumno: Socialización y evaluación crítica. Guía 1 docente: Orientaciones técnicas.</p>

**Anexo 4.**

*Guías de aprendizaje*

# UNIDAD 1

## ¡Pequeños genios!

Realicemos un prototipo de un sistema de riego.



Nota. Imagen tomada de Facebook

La presente unidad está compuesta por 3 guías de interaprendizaje las cuales son aptas tanto para grado tercero como grado quinto de primaria, están bajo los estándares básicos de competencias en ciencias, integran el enfoque STEM y fortalecerán las competencias científicas de indagar y comunicar en los alumnos de grado tercero y quinto.

Apreciado alumno, cada guía te proporciona conceptos nuevos, te lleva a indagar y a formularte preguntas e hipótesis, además te plantea un reto emocionante, apoya a tus compañeros y participa activamente.

### **Indicadores de desempeño:**

**Conceptual:** Reconoce qué es un sistema de riego, su importancia para la huerta escolar y cómo la inclinación o pendiente del mismo permite el movimiento del agua hacia las plantas, valorando además el uso de materiales reciclables para su construcción.

**Procedimental:** Diseña, construye, prueba y mejora un prototipo de sistema de riego (a pequeña escala) con materiales reciclados, aplicando observaciones de los experimentos y trabajando de manera colaborativa.

**Actitudinal:** Participa con interés, curiosidad y responsabilidad en las actividades, colabora con sus compañeros en un ambiente de respeto y demuestra conciencia ambiental al cuidar el agua y reutilizar materiales.

### **Integración STEM**

**Ciencias:** comprende la función del agua y la gravedad en el crecimiento de las plantas.

**Tecnología:** aprovecha materiales reciclables para experimentar y resolver un problema real.

**Ingeniería:** aplica el ciclo de diseño al crear y mejorar un prototipo de riego.

**Matemáticas:** mide, cuenta y compara cantidades de agua, registrando observaciones para tomar decisiones.

### **Competencias científicas para fortalecer**

**Indagar:** formula preguntas, experimenta y propone soluciones al problema del riego en la huerta.

**Comunicar:** explica de manera clara sus ideas, avances y resultados al grupo y a la comunidad escolar.

# GUÍA 1

## El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema

### Indicadores de desempeño:

**Conceptual:** entiendo qué es un sistema de riego y su finalidad.

**Procedimental:** identifico materiales útiles para un sistema de riego.

**Actitudinal:** me preocupo por cuidar el agua y ayudar en el buen manejo de la huerta.

### Integración STEM:

**Ciencia:** observación y formulación de preguntas

**Tecnología:** identificación de recursos

**Ingeniería:** pensamiento de diseños

**Matemáticas:** tomamos medidas

### Competencias científicas para fortalecer:

**Indagar:** hago preguntas sobre el problema del agua para el riego de las plantas.

**Comunicar:** cuento mis ideas y las comparto con mis compañeros.

## A vivencias

### Exploremos nuestros conocimientos y sentimientos

Sentémonos en círculo y conversemos sobre:

1. Ve con tu profesora a la huerta escolar, y dibuja las plantas que hay allí, ¿sabes su nombre?
2. ¿Cómo y cada cuando reciben agua las plantas?
3. ¿Qué pasaría si a esas plantas les faltara el agua?
4. ¿Qué pasaría si a esas plantas les cayera exceso de agua?
5. ¿Qué forma tiene la huerta, es cuadrada o rectangular? Con un metro, si es posible, mide el largo y el ancho de la huerta, si las plantas están sembradas en hileras, mide el largo y el ancho de cada hilera.
6. Observa el terreno, ¿es plano o esta empinado?

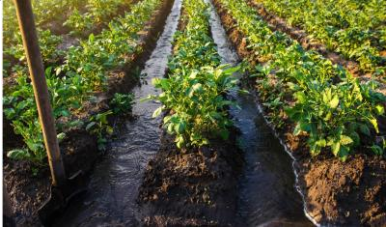



**¡A JUGAR!**

- El agua que viaja
- pedimos a nuestra profesora una botella plástica sin tapa.
  - La llenamos de agua solo hasta la mitad
  - La pasamos entre todos sin dejar que se riegue el agua

## B fundamentación

### Aprendamos juntos sobre sistemas de riego

Un sistema de riego es una estructura física que sirve para suministrar agua a las plantas, su importancia está en que se puede controlar de manera adecuada el uso del agua, a continuación, se presentan 3 tipos de sistema de riego:

SISTEMA DE RIEGO	USO	FOTO
Superficial	Este sistema de riego funciona haciendo canales entre los surcos de las plantas e inundando el terreno, así es agua es absorbida por las plantas, sin embargo, este sistema de riego genera malgasto de agua y puede llevar problemas en las plantas por exceso de agua, estos problemas pueden ser: pudrición del tallo y hongos en las hojas.	
Aspersión	Este sistema funciona a presión, necesitando una bomba de manejo manual o incluso energía, los materiales para su fabricación son costosos, resultando difícil su implementación.	
Goteo	Este sistema de riego suministra el agua directamente en la raíz de las plantas, así el agua no toca las hojas de las plantas ayudando a prevenir el riesgo de enfermedades por hongos y humedad, permite el uso eficaz y controlado del agua.	 

Nota: elaboración propia con datos de agriculture basf (2024) y Medina et al., (2024)  
VIDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=sE62SXZIPO4>

**Ahora Aprendamos sobre cómo hacer Sistemas de riego caseros:**

[https://www.youtube.com/watch?v=1H\\_GFHtxbDU](https://www.youtube.com/watch?v=1H_GFHtxbDU)

<https://www.youtube.com/watch?v=1-M6e3NojNc>

## C ejercitación

### Vamos a practicar

#### 1. Uno la imagen con el sistema de riego al cual pertenece



Sistema de riego por goteo



Sistema de riego por aspersión



Sistema de riego superficial

🌻 Exploradores del agua en la huerta

En compañía de la profesora nos dirigimos a la huerta, observamos con atención 👁️ las plantas, la tierra, el cielo, las nubes.








Reflexionamos en grupo acerca de: ha llovido últimamente, cada cuanto llueve en nuestra vereda, las plantas reciben agua todos los días, será que a veces las plantas reciben más agua de la necesaria.

Reúnete con tus compañeros y en base al tema visto y las necesidades de la huerta escolar formulen preguntas y cópienlas en el siguiente cuadro:

**Ahora... ¡ponte el sombrero de explorador o exploradora del agua!**

En grupo, **piensen y formulen preguntas** sobre cómo mejorar el riego o cuidar mejor el agua en la huerta.

💬 **Nuestras preguntas como exploradores del agua**

 <b>Explorador</b>	 <b>Pregunta 1</b>	 <b>Pregunta 2</b>
 <b>Explorador 1</b>		
 <b>Explorador 2</b>		
 <b>Explorador 3</b>		
 <b>Explorador 4</b>		

 **Recuerda:**

No hay preguntas malas. ¡Todas las preguntas nos ayudan a pensar y a mejorar el riego de las plantas!

## D aplicación

### Pongamos en acción lo aprendido



#### Para reflexionar en grupo:


1. ¿Por qué crees que es importante cuidar el agua cuando regamos las plantas?
2. ¿Qué podríamos hacer para no desperdiciar agua al usar nuestro sistema de riego?
3. Si el agua se acabara en nuestra escuela o vereda, ¿cómo afectaría a las plantas, a los animales y a las personas?





#### Individual


##### En casa:

1. Investiga:
  - ¿Tus vecinos tienen huertas, jardines o plantas ornamentales?
  - ¿Cuál es el nombre y cuidados de las plantas que ellos tienen?
  - ¿Cómo hacen para que reciban el agua necesaria sin excederse?
2. Investiga el nombre científico y común de las plantas que hay en la huerta de tu escuela, coloca sus cuidados, necesidades de riego y sus propiedades.
3. ¿Qué materiales reciclados y de nuestro entorno nos pueden servir para hacer un sistema de riego para la huerta escolar?





Responde las preguntas en los formatos que estás a continuación:


 1. Mis vecinos y sus plantas


 Vecino / Familia	 ¿Tienen huerta, jardín o plantas ornamentales?	 Nombre de las plantas	 ¿Cómo las cuidan y riegan?
	<input type="checkbox"/> Huerta <input type="checkbox"/> Jardín <input type="checkbox"/> Ornamentales		
	<input type="checkbox"/> Huerta <input type="checkbox"/> Jardín <input type="checkbox"/> Ornamentales		
	<input type="checkbox"/> Huerta <input type="checkbox"/> Jardín <input type="checkbox"/> Ornamentales		




 Dibuja aquí una de las plantas que más te gustó:

 2. Las plantas de la huerta escolar

 Nombre común	 Nombre científico	 Cuidados y necesidades de riego	 Propiedades o beneficios

 Dibuja tu planta favorita de la huerta:

 3. ¡Manos a la obra! Diseñemos un sistema de riego con materiales reciclados

 <b>Material reciclado o del entorno</b>	 <b>¿Cómo podríamos usarlo en el sistema de riego?</b>	 <b>Dibuja o escribe tu idea</b>

### Referencias

- Agriculture basf (2024). *Uso del agua y productividad: conozca los distintos sistemas de riego.*  
<https://agriculture.basf.com/co/es/contenidos-de-agricultura/sistemas-de-riego-uso-del-agua-en-la-agricultura>
- Medina, M. S. L., Ramirez, E. N., Morán, H. M. R., Del Rocío Moreno Ramírez, Y., Rodríguez, M. R., & De Jesús Segura Martínez, T. (2024). La Importancia de los Sistemas de Riego para el Uso Eficiente del Agua en la Agricultura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 3507-3525. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12587](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12587)
- Pequeños genios. (2021). *Pequeños genios.* [https://web.facebook.com/p/Peque%C3%B1os-Genios-Pasto-100063979247802/?\\_rdc=1&\\_rdr#](https://web.facebook.com/p/Peque%C3%B1os-Genios-Pasto-100063979247802/?_rdc=1&_rdr#)

## GUÍA 2



### Indicadores de desempeño:

**Conceptual:** reconozco que la inclinación de un terreno influye en el flujo del agua.

**Procedimental:** realizo experimentos para comprobar como la inclinación impacta en el flujo del agua.

**Actitudinal:** me divierto experimentando y me esfuerzo por aprender

### Integración STEM:

**Ciencia:** hipótesis sobre funcionamiento

**Tecnología:** uso y reutilización de materiales reciclados

**Ingeniería:** diseño y planificación del prototipo

**Matemáticas:** proporciones y medidas

### Competencias científicas a fortalecer:

**Indagar:** observo, pregunto y reflexiono sobre cómo se mueve el agua

**Comunicar:** explico el dibujo del sistema de riego y cuento los resultados esperados

## A vivencias

- Recuerdas los materiales reciclados y del medio que seleccionaste y podrían servir para el prototipo del sistema de riego, reúnelos todos y tenlos cerca de ti.
- Ahora dirígete a la huerta escolar y realiza un dibujo de ella.

### Experimento

Materiales: agua, 3 botellas de litro, 3 latas de guadua, cuaderno, lápiz

### Instrucciones:

1. colocamos una lata de guadua sobre el suelo.
2. colocamos la segunda lata de guadua en un extremo apoyada en el suelo y el otro extremo sobre un objeto que tenga 10 cm de alto y sea estable.
3. la tercera lata de guadua en un extremo apoyada en el suelo y el otro extremo sobre un objeto de 20 cm de alto, (si no tenemos objetos con estas medidas exactas usamos los que tengamos)
4. llenamos las tres botellas de agua.
5. Vaciamos cada botella de agua en cada lata de guadua.
6. En el cuaderno anotamos en cual lata de agua fluye mejor el agua, si en la lata 1, la lata



## B fundamentación

Aprendamos sobre La inclinación y el flujo del agua

### ¿Qué es el flujo del agua?

El "flujo de agua" es el movimiento del agua a través de un sistema, como un río, un sistema subterráneo, que se puede describir por su caudal o el volumen de agua que pasa por una sección en un tiempo determinado. También puede referirse al manejo y la circularidad del agua en actividades productivas para un uso eficiente, gran parte de lo que sucede a través de procesos naturales en la superficie terrestre involucra el flujo de agua o aire. Solo piénsalo: los ejemplos obvios son los arroyos y ríos, las corrientes oceánicas y el viento. Menos obvio, pero extremadamente importante, es el flujo de agua subterránea debajo de la superficie de la Tierra, en resumen, El flujo de agua es el movimiento del agua desde un lugar a otro, este movimiento puede ser lento o rápido, incluso no los puede haber dependiendo las condiciones del terreno.

**Ciclo del agua:** <https://www.youtube.com/watch?v=3QVj99UGk3Q>

### ¿Qué es la inclinación?

La inclinación o pendiente en matemáticas, es la medida de qué tan arriba o tan abajo esta un extremo de una línea con relación al suelo entre más arriba esta, más inclinación tiene, entre más cerca al suelo esta, menos inclinación tiene, imagina una montaña, entre más empinada este tiene más inclinación entre más plana sea menos inclinación tiene.

### Hagámoslo más práctico:

Imagínate que estás caminando por una colina. Algunas colinas son suaves, otras son bastante empinadas y otras casi parecen una pared. La pendiente es lo empinada que es la colina.

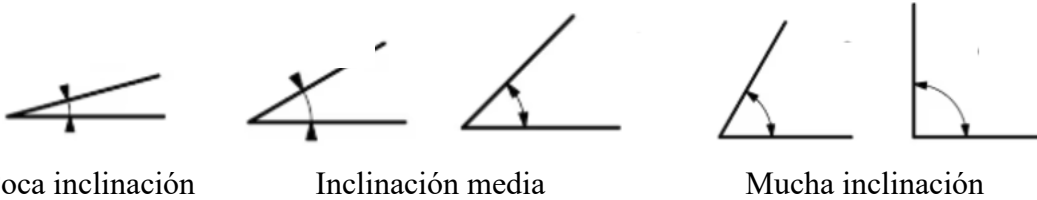
Si la colina es muy suave, la pendiente es poca, Si es súper empinada, la pendiente es grande.



Poca pendiente

mucha pendiente

Mira las siguientes líneas, su inclinación depende de la distancia que tiene uno de sus extremos con relación al suelo.



Podemos medir esa “empinación” (pendiente) con grados: Si es completamente plano, es 0 grados; si fuera una pared, sería 90 grados.

**¿Para qué sirve saber sobre las pendientes o inclinaciones?**

Para construir caminos que los carros puedan subir sin problemas.

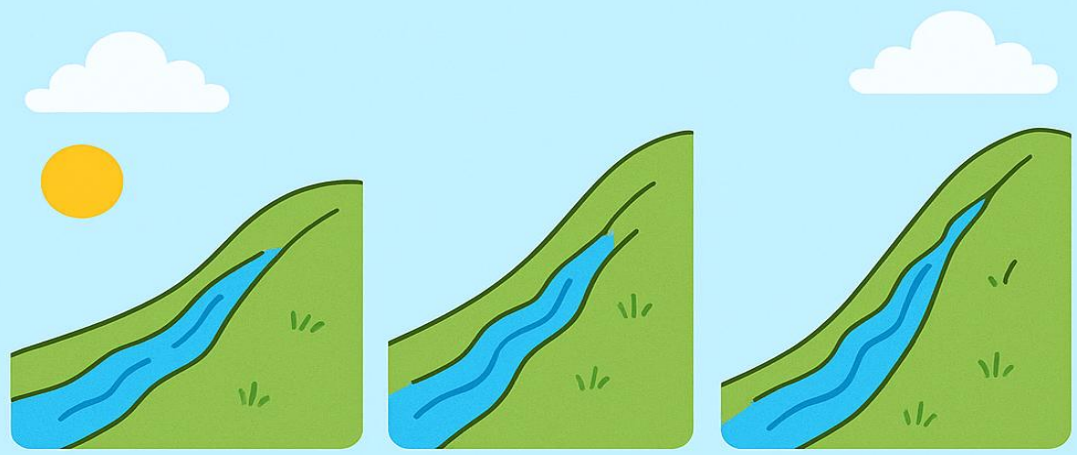
Para que no se deslicen rocas o tierra.

Para saber qué tan difícil será subir o bajar un lugar.

**Pero ¿Qué relación tiene el flujo del agua con la pendiente o inclinación del terreno?**

# EL FLUJO DEL AGUA EN LAS PENDIENTES

Cuando llueve o echamos agua sobre una montaña o colina, el agua empieza a bajar por la pendiente.



**pendiente suave**

El agua baja despacio, como si caminara tranquilita.

**pendiente media**

El agua baja un poco más rápido, se nota la fuerza

**pendiente fuerte**

El agua baja muy rápido, casi corriendo, y puede llevarse tierra o piedras

**Entre más inclinada sea la pendiente, más rápido baja el agua.**

Video complementario todo sobre el agua y su importancia.

<https://www.youtube.com/watch?v=PUBvaEQZ6iQ>

# Cejercitación

## A practicar

### Experimentos circuito del flujo del agua

Hoy vamos a construir un circuito para mirar el flujo del agua en diferentes inclinaciones o pendientes, para este circuito observaremos el flujo del agua cuando no hay inclinación, cuando hay poca inclinación, media inclinación y mucha inclinación.

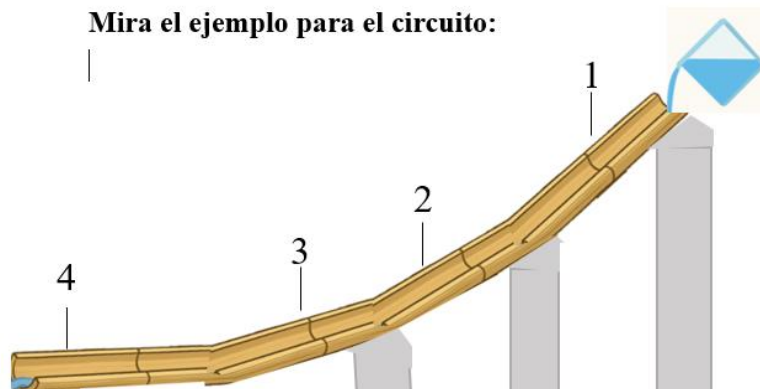
Si tienes dudas, pregunta a tu profesora:

**Materiales:** 4 latas de guadua, recipiente para agua, agua, objetos de tres diferentes alturas, cuaderno y lápiz.

### Instrucciones:

- Primero ubica una lata de guadua sobre el suelo, colócale un papel con el número 4.
- Enseguida coloca otra lata de guadua y uno de los extremos ponlo sobre un objeto que mida 5cm de alto aproximadamente, colócale un papel con el número 3.
- Coloca la otra lata de guadua que empate en el extremo de la lata anterior y el otro extremo ubícalo en un objeto que mida 10 cm de alto aproximadamente, colócale un papel con el número 2.
- Luego coloca la otra lata de guadua que empate en el extremo de la lata anterior y el otro extremo ubícalo en un objeto que mida 15 cm de alto aproximadamente, colócale un papel con el número 1.
- Antes de continuar responde ¿en qué parte del circuito crees que el agua fluirá más rápido? Y ¿en qué parte del circuito crees que el agua fluirá más despacio?

### Mira el ejemplo para el circuito:



- Finalmente llenen el recipiente de agua y vacíenlo al principio de la lata de guadua que tiene el número 1, observen con atención, describan como fue el recorrido del agua desde el inicio hasta el final, para ayudarte, diligencia el siguiente cuadro:

Canal de Guadua	Dibujo	¿Qué pasó con el agua?	Selecciona la Carita con la que identificas el flujo el agua en esta fase del circuito
N° 4 (sin inclinación)			😊 😐 😞
N° 3 (5 cm aproximadamente)			😊 😐 😞
N° 2 (10 cm aproximadamente)			😊 😐 😞
N° 1 (15 cm aproximadamente)			😊 😐 😞

Mi conclusión:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## D Aplicación

### Pongamos en acción lo aprendido

Pedimos a nuestra profesora que nos facilite un computador o celular para investigar sobre prototipos de sistemas de riego con materiales reciclados, también investigamos de donde se puede obtener el agua para el sistema de riego, pedimos a nuestra profesora que guarde los prototipos que más nos gustó.

**Para la búsqueda ten presente lo que es un prototipo:** un prototipo es una primera versión de una idea, este se suele realizar con materiales caseros, es una representación que se puede tocar, un prototipo no tiene que ser perfecto.

**Para reflexionar**



¿Cualquier material reciclable puede usarse para la elaboración del sistema del riego?

**En casa**

**individual:**

para esta actividad ten presente el tema visto sobre el flujo del agua y la inclinación, además los prototipos que viste en clase.

Cada uno dibuja el primer boceto de nuestro sistema de riego con los materiales que tenemos, y lo explicamos a los demás compañeros, también explicamos como vamos a abastecer de agua el sistema de riego, me preparo para exponer en clase el trabajo.

**En clase**

**Grupal:**

Luego de escuchar a nuestros compañeros:

- en grupo elegimos el prototipo de sistema de riego que vamos a hacer a pequeña escala, podemos tomar ideas de todos los dibujos.

- realizamos entre todos el dibujo del prototipo de sistema de riego que vamos a diseñar a pequeña escala.
- Realizamos una lista de los materiales que vamos a necesitar.
- Explicamos como se va a bastecer de agua el sistema de riego.
- Presentamos el trabajo a nuestra profesora.

### **Bibliografía, referencias o webgrafia**

Faller, E, J., Nordtvedt, L, K., Cook, & H, A. (2025). Gravity | Definition, Physics, & Facts. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/gravity-physics>

Gardeweb (s.f). Consejos para el huerto urbano y el jardín. [https://gardenweb.es/consejos-para-el-huerto-urbano-y-jardin/exceso-de-riego-en-plantas-como-detectarlo/?srsltid=AfmBOorIdxrlCL8iCDSBkbOTFwzZruU5Iu3kB492\\_DviW1LBIJ4T](https://gardenweb.es/consejos-para-el-huerto-urbano-y-jardin/exceso-de-riego-en-plantas-como-detectarlo/?srsltid=AfmBOorIdxrlCL8iCDSBkbOTFwzZruU5Iu3kB492_DviW1LBIJ4T)

Gravedad.net (s.f). ¿qué es la fuerza de gravedad. <https://gravedad.net/>

Libretexts. (2022). 1.6: El flujo de agua. LibreTexts Español. [https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Geociencias/Geograf%C3%ADa\\_\(F%C3%ADsica\)/El\\_ambiente\\_de\\_la\\_superficie\\_terrestre\\_\(Southard\)/01%3A\\_Introducci%C3%B3n/1.06%3A\\_El\\_flujo\\_de\\_agua](https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Geociencias/Geograf%C3%ADa_(F%C3%ADsica)/El_ambiente_de_la_superficie_terrestre_(Southard)/01%3A_Introducci%C3%B3n/1.06%3A_El_flujo_de_agua)

# GUÍA 3

¡Construcción del prototipo a pequeña escala!

Experimentando y construyendo juntos



**Indicadores de desempeño:**

**Conceptual:** identifico diferentes formas de unir materiales entre sí.

**Procedimental:** construyo de manera conjunta el prototipo del sistema de riego a pequeña escala.

**Actitudinal:** trabajo en equipo con respeto y alegría.

**Integración STEM:**

**Ciencia:** experimentación y registro de datos

**Tecnología:** uso de materiales reciclables y del ambiente

**Ingeniería:** armar y ajustar el prototipo del sistema de riego

**Matemáticas:** medición de materiales y cantidad de agua que fluye.

**Competencias científicas a bordar:**

**Indagar:** consulto formas artesanales para unir materiales

















**Comunicar:** comento en grupo de manera escrita o/y oral lo que funciona o no funciona del prototipo

# A vivencias

Conversatorio:

Hagan un sorteo, para ver que rol le corresponde a cada uno al momento de realizar la siguiente actividad.

☀️ **Nuestros Roles en el Grupo son:**

 <b>Coordinador o líder</b>	 <b>Relator o secretario</b>	 <b>Vocero o portavoz</b>	 <b>Encargado del material</b>
<p> <b>Ayuda a organizar el grupo.</b></p> <p> <b>Se asegura de que todos participen.</b></p> <p> <b>Recuerda qué hay que hacer.</b></p>	<p> Escribe las ideas del grupo.</p> <p> Anota los resultados y aprendizajes.</p> <p> Guarda bien las notas.</p>	<p> Habla por el grupo.</p> <p> Cuenta lo que hicimos y aprendimos.</p> <p> Representa a todos.</p>	<p> Reparte los materiales.</p> <p> Cuida que no se dañen.</p> <p> Los guarda al terminar.</p>

Después de saber que rol le toca a cada uno, pidan a su profesora los carnet de su respectivo rol.

**Ahora sí, a trabajar:**

1. ¿Cómo nos fue con el dibujo del prototipo que vamos a hacer a pequeña escala?
2. ¿Tenemos todos los materiales a nuestro alcance?
3. ¿Cómo podemos unir o pegar los materiales entre sí?
4. ¿Cómo se va a abastecer de agua el sistema de riego?

# B fundamentación

## Conozcamos técnicas para unir materiales

**¿Qué es unión de materiales y cuál es su importancia?**

La unión de dos o más materiales es el componente fundamental en la creación de un producto, pieza o proceso, la mayoría de los objetos físicos se forman, ensamblan, sujetan, pegan o unen de alguna u otra forma mediante dos o más partículas. Dependiendo de la naturaleza del producto o proceso, debe existir un tipo de unión específico para cada pieza, a fin de garantizar características como robustez, durabilidad, flexibilidad, entre otros.

Vayamos a la realidad, todos los días usamos objetos que están hechos de diferentes materiales: madera, metal, cartón, tela, plástico, entre otros, ¿te imaginas que pasaría si estos materiales no estuvieran bien unidos entre sí?

**Lee el siguiente ejemplo:**

Piensa en tu bolso, él está hecho de tela, pero además tiene cremalleras, botones y bolsillos, si todo no estuvieran bien cocido, el bolso se dañaría cuando lo llenes de cuadernos, Esto significa que unir materiales es muy importante para que los objetos sean fuertes, útiles y duren más tiempo.

**Formas de unir materiales:**

1. **Amarrar o atar:** esta unión la podemos hacer con cabuya, pita, lana, cinta o alambre, dependiendo el trabajo que vayamos a realizar y la finalidad de este, es decir, si vamos a trabajar con agua, no sería conveniente usar lana ya que se puede dañar, tampoco usar cinta, ya que se puede perder su poder de pegamento.
2. **Pegar:** este tipo de unión se usa cuando trabajamos con cartón o papel y además si no se usa agua, ya que esta y el pegamento no son amigas, los pegantes más comunes son el colbón, la silicona, la cinta o pegantes industriales.
3. **Encajar:** este tipo de unión se usa cuando trabajamos con materiales que su estructura permite encajar una con otra, es decir un material entra dentro del otro, ejemplo, cuando juegas con bloques de lego, los cuadritos tienen huequitos y patitas que encajan perfecto, cuando los unes quedan firmes y no necesitas pegante, además, lo puedes separar y volver a armar, otro ejemplo las botellas y su tapa, la rosca de la botella tiene unas ranuras y la tapa también solo que al revés, al girarla se encajan y cierran de manera fuerte para que el agua no se riegue.
4. **Clavar o atornillar:** este tipo de unión se usa comúnmente entre madera, usando clavos o tornillos, martillos y destornilladores.

**Pero, ¿Cuál es la importancia de aprender a unir materiales?**

- Para construir objetos firmes y seguros que no se desarmen fácilmente.
- Porque nos permite aprovechar materiales reciclados: una botella, una caja o un pedazo de madera se puede convertir en algo nuevo.
- Porque nos ayuda a resolver problemas de la vida diaria, si una mesa cojea, podemos arreglarla uniendo bien sus patas.

- Fomenta nuestra creatividad e imaginación, podemos crear juguetes, casitas, instrumentos musicales, y hasta sistemas de riego.

## C Ejercitación



### Hagamos nuestro prototipo del sistema de riego.

Pedimos a la profesora que nos facilite los materiales con los cuales lo vamos a diseñar, para esto pongamos en práctica lo aprendido sobre unión de materiales.


### A la hora de ir diseñando el prototipo, ten presente que hay que:






- Probar el sistema de riego en tres distintos niveles de inclinación
- Medir tiempos, distancias o velocidad del flujo del agua.
- Registrar datos escritos y graficar (dibujar) los resultados.


### Ejemplo:


💧 Registro de Pruebas de Nuestro Prototipo de Sistema de Riego

🌱 Parte del prototipo que probamos	🏞️ Inclinación o posición	💧 Qué observamos en el recorrido del agua	🕒 Tiempo que tardó el agua (segundos)
<b>Ejemplo: tubo principal</b>	Poca inclinación	El agua bajó suave, sin salirse.	6 seg


Para diligenciar los estudiantes:  Registro de Pruebas de Nuestro Prototipo de Sistema de Riego

 <b>Parte del prototipo que probamos</b>	 <b>Inclinación</b>	 <b>Qué observamos en el recorrido del agua</b>	 <b>Tiempo que tardó el agua (segundos)</b>	 <b>Dibujo o gráfico de la prueba</b>

 **Conclusión final**

 ¿Qué parte del prototipo y que inclinación funcionó mejor?.....

.....

 ¿Qué podríamos mejorar para que el agua llegue a todas las plantas? .....

.....

## D aplicación

### 1. A probar nuestro prototipo y su funcionalidad

utilizaremos una planta sembrada en una maceta pequeña para probar nuestro sistema de riego.

Observa con atención, responde y comparte tus ideas:

Aspecto a analizar	Sí / No	¿Qué ocurrió? Explico con mis palabras
¿Hay fuga de agua?		
¿El agua llega bien a la planta?		
¿El prototipo es estable y no se mueve?		
¿El agua sale rápido, despacio o en goteo?		
¿La planta queda bien regada o le falta agua?		
¿Qué parte del prototipo me parece que funciona mejor?		
¿Qué parte podría mejorar o cambiaría?		
¿Qué le contaría a mis compañeros sobre lo que descubrí?		

 Si encontramos problemas, hacemos ajustes y volvemos a probar

**2. Formato de Cierre: Exhibición y Reflexión del Prototipo**

**Datos generales**

Tema: presentación y exhibición del prototipo

**1. Datos Generales**

- Nombre del prototipo: \_\_\_\_\_
- Fecha de la presentación: \_\_\_\_\_
- Público asistente: \_\_\_\_\_

*Ajustes y Mejoras al Prototipo*

Describe los ajustes y mejoras realizados al prototipo antes de su exhibición:

---



---



---

*Presentación del Prototipo*

Espacio para registrar cómo se presentó el prototipo a la comunidad escolar, su funcionamiento y beneficios:

---



---



---

*Auto evaluación grupal de Exhibición del prototipo*

<b>Criterio</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Por mejorar</b>
<b>Funcionamiento del prototipo</b>			
<b>Claridad en la explicación</b>			
<b>Creatividad y presentación</b>			
<b>Trabajo en equipo y entusiasmo</b>			

### ***Reflexión Grupal***

Responda en equipo las siguientes preguntas:

1. ¿Qué fue lo más difícil de este proyecto?

---

---

2. ¿Qué aprendimos sobre el agua y el riego?

---

---

3. ¿Cómo ayudó cada integrante del equipo?

---

---

4. ¿Qué cambiaríamos si lo hiciéramos de nuevo?

---

---

### **Bibliografía, referencias o web grafia**

Magnetics (2022). *Descripción general de los métodos comunes de unión de materiales.*

<https://www.rvmagnetics.com/overview-of-common-material-joining-methods-145>

## Anexo 5.

### Guías del docente

<b>GUÍA PARA EL DOCENTE - MODELO ESCUELA NUEVA</b>
Este formato está diseñado para orientar al docente en la planeación, implementación y evaluación de actividades según el modelo de Escuela Nueva, favoreciendo la autonomía del estudiante, el aprendizaje activo y el trabajo colaborativo.
<b>Datos generales de la guía</b>
<p>Guía: 1 Grado: 3 y 5 Tema: El agua en la huerta escolar: descubriendo el problema Tiempo estimado: 1 semana</p> <p><b>Desempeños</b> Conceptual: entiendo qué es un sistema de riego y su finalidad. Procedimental: identifico materiales útiles para el sistema de riego. Actitudinal: me preocupo por cuidar el agua y ayudar en el buen manejo de la huerta.</p> <p><b>Orientaciones metodológicas</b> Apreciado docente, a continuación, encantará como debe guiar a los alumnos en este proceso tan importante de su aprendizaje, cada guía de aprendizaje está diseñada para que los alumnos tengan un aprendizaje autónomo y acorde a su grado y edad.</p> <p><b>Actividades sugeridas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el momento A la actividad sugerida es ir a la huerta escolar, guía a los alumnos con preguntas como: ¿Qué plantas hay en la huerta escolar?, ¿para qué sirven dichas plantas?</li> <li>- Para el mismo momento A tener a disposición una botella plástica grande y agua.</li> <li>- Reforzar los conceptos del momento B. Fundamentación, resolver dudas e inquietudes, tener disponible el video sugerido para que los alumnos lo vean.</li> <li>- Acompañar la actividad del momento C. ejercitación y D. aplicación fomentando en los alumnos la reflexión y la crítica,</li> </ul> <p><b>Recursos y materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía impresa</li> <li>- Video</li> <li>- Botella grande plástica</li> </ul>

### Rubrica cualitativa para registrar el avance del alumno

<b>Criterio</b>	<b>Excelente</b> 🌟	<b>Avanzado</b> 📖	<b>Básico</b> 😊	<b>Inicial</b> 🌀
Conceptual: entiende qué es un sistema de riego y su finalidad.	Explica claramente qué es un sistema de riego y para qué sirve, con ejemplos de la huerta.	Explica qué es un sistema de riego y digo para qué sirve.	Da una idea sencilla sobre qué es un sistema de riego, pero sin mucha claridad.	No logra explicar qué es un sistema de riego ni para qué sirve.
Procedimental: identifica materiales útiles para el sistema de riego.	Selecciona los materiales adecuados, explica por qué sirven.	Selecciona materiales adecuados.	Selecciona algunos materiales, pero no siempre son los más útiles.	le cuesta identificar materiales útiles o no participa en la elección.
Actitudinal: se preocupa por cuidar el agua y ayudar en el buen	Participa activamente, cuida el agua y da ideas para mantener la huerta en buen estado.	Participa y muestra interés en cuidar el agua y la huerta.	A veces muestro interés por cuidar el agua y la huerta.	No muestra interés por cuidar el agua ni por el trabajo en la huerta.

manejo de la huerta.				
Competencia de indagar: hace preguntas sobre el problema del agua para el riego de las plantas.	Hace preguntas claras, profundas y relacionadas con el cuidado y uso del agua.	Hace preguntas relacionadas con el riego y el uso del agua.	Hace pocas preguntas y algunas no se relacionan con el tema.	No hace preguntas sobre el riego ni el agua.
Competencia de comunicar: cuenta sus ideas y las comparte con sus compañeros.	Expresa sus ideas de manera clara, escucha a sus compañeros y construye con ellos nuevas propuestas.	Expresa sus ideas y escucha a sus compañeros.	Expresa algunas ideas, pero le cuesta escucharlas o explicarlas con claridad.	No comparte sus ideas ni escucha a sus compañeros.

**Observaciones del docente**

---



---



---



---



---

**Datos generales de la guía**

Guía: 2  
 Grado: 3 y 5  
 Tema: Principios básicos del flujo del agua  
 Tiempo estimado: 1 semana

**Desempeños**

Conceptual: reconozco que hay ciertos factores que influyen en el flujo del agua.  
 Procedimental: realizo experimentos para comprobar como la inclinación impacta en el flujo del agua.  
 Actitudinal: me divierto experimentando y me esfuerzo por aprender

**Orientaciones metodológicas**

Apreciado docente, a continuación, encontrará como debe guiar a los alumnos en este proceso tan importante de su aprendizaje, cada guía de aprendizaje está diseñada para que los alumnos tengan un aprendizaje autónomo y acorde a su grado y edad.

**Actividades sugeridas**

- En el momento A. vivencias, Acompañar a los alumnos a la huerta y guiarlos en los procesos de reflexión.
- En el mismo momento A tener a disposición 3 latas de guadua y tres objetos donde apoyarlas para el experimento, (leer el momento A de la guía previo a la aplicación para tener los materiales listos)
- Reforzar los conceptos del momento B. fundamentación y resolver dudas que el alumno pueda tener, tener disponibles los videos para que los alumnos los observen.
- Guiar al alumno en las actividades de los momentos C. ejercitación y D. aplicación, resolver dudas y apoyar ideas de los alumnos, se recomienda leer la guía para saber lo que los alumnos van a necesitar antes de su aplicación.

**Recursos y materiales**

- Guía impresa
- Videos del momento B
- 4 latas de guadua
- Objetos de diversas medidas en donde apoyar los extremos de las guaduas
- Hojas de block o cuaderno para el dibujo de la Huerta y el boceto del Sistema de riego.
- Regla para tomar medidas

**Rubrica cualitativa para registrar el avance del alumno**

criterio	Excelente 🌟	Avanzado 📏	Básico 🎯	Inicial 🌀
Conceptual: reconozco que la inclinación de un terreno influye en el flujo del agua.	Explica claramente cómo la inclinación del terreno influye en el movimiento del agua, con ejemplos prácticos.	Explica cómo la inclinación del terreno influye en el movimiento del agua.	Da una idea sencilla sobre como la inclinación del terreno influye en el movimiento del agua, pero sin mucha claridad.	No logra explicar cómo la inclinación del terreno influye en el agua.
Procedimental: realizo experimentos para comprobar como la inclinación impacta en el flujo del agua.	Realiza experimentos con interés, registra lo que ocurre y saca conclusiones sobre la inclinación del terreno.	Realiza experimentos y observa los resultados.	Participa en algunos experimentos, pero le cuesta observar o registrar resultados.	No participa en los experimentos o no muestra interés.
Actitudinal: me divierto experimentando y me esfuerzo por aprender.	Participa con entusiasmo, se esfuerza y disfruta mucho de las actividades.	Participa con interés y disfruta de la mayoría de las actividades.	Participa a veces, pero le cuesta mantener el interés.	No muestra interés ni disfruta de las actividades.
Competencia de indagar: observo, pregunto y reflexiono sobre cómo se mueve el agua.	Hace observaciones y preguntas claras, reflexiona y relaciona la inclinación del terreno en el movimiento del agua.	Hace observaciones y preguntas sobre el movimiento del agua.	Hace algunas observaciones o preguntas poco relacionadas con el tema.	No hace observaciones ni preguntas sobre el agua y la inclinación del terreno.
Competencia de comunicar: explico el dibujo del sistema de riego y cuento los resultados esperados.	Explica claramente su dibujo, los resultados esperados y escucha a sus compañeros.	Explica sus dibujos y los resultados esperados.	Explica sus dibujos de manera breve o con poca claridad.	No explica sus dibujos ni los resultados esperados.

**Observaciones del docente**

---



---



---

### Datos generales de la guía

Guía: 3

Grado: 3 y 5

Tema: ¡Construcción del prototipo! Experimentando y construyendo juntos

Tiempo estimado: 1 semana

### Desempeños

Conceptual: identifico diferentes formas de unir materiales entre sí.

Procedimental: construyo de manera conjunta el prototipo del sistema de riego a pequeña escala.

Actitudinal: trabajo en equipo con respeto y alegría.

### Orientaciones metodológicas

Apreciado docente, a continuación, encontrará como debe guiar a los alumnos en este proceso tan importante de su aprendizaje, cada guía de aprendizaje está diseñada para que los alumnos tengan un aprendizaje autónomo y acorde a su grado y edad.

### Actividades sugeridas

- Para el momento A. vivencias el docente guiará las preguntas y motivará a los alumnos a reflexionar sobre sus respuestas.
- Para el momento B. fundamentación el docente reforzará los conceptos y resolverá las dudas que puedan tener los alumnos.
- Para el momento C. ejercitación facilitará a los alumnos los materiales reciclables y del entorno que ellos soliciten, además acompañará en todo el proceso del diseño del prototipo asegurando el bienestar de los alumnos.
- El docente en el momento D. aplicación, acompañará a los alumnos en la prueba de funcionalidad del prototipo y guiará las preguntas de la guía, siempre motivando a la reflexión y crítica constructiva.
- Se recomienda leer la guía antes de su aplicación para tener los materiales a disposición.

### Recursos y materiales

- Guía impresa
- Materiales reciclados y del ambiente
- Maceta pequeña con planta

## Rubrica cualitativa para registrar el avance del alumno

Criterio	Excelente 🌟	Avanzado 👍	Básico 😐	Inicial 😞
Conceptual: identifico diferentes formas de unir materiales entre sí.	Reconoce y explica claramente diferentes formas de unir materiales con ejemplos prácticos.	Identifica varias formas de unir materiales y explica algunas.	Identifica una forma sencilla de unir materiales, pero sin claridad.	le cuesta identificar cómo se pueden unir materiales.
Procedimental: construyo de manera conjunta el prototipo del sistema de riego a pequeña escala.	Participa activamente en la construcción, propone ideas y ayuda a mejorar el prototipo.	Participa en la construcción del prototipo y colabora con sus compañeros.	Participa poco en la construcción del prototipo o necesita ayuda constante.	No participa en la construcción del prototipo.

Actitudinal: trabajo en equipo con respeto y alegría.	Trabaja siempre con respeto, colabora con alegría y animo a sus compañeros.	Trabaja en equipo con respeto y muestra una actitud positiva.	Trabaja en equipo a veces, pero le cuesta mantener el respeto o la alegría.	No muestra respeto ni alegría al trabajar en equipo.
Competencia de indagar: consulto formas artesanales para unir materiales.	Busca, consulta y prueba distintas formas artesanales de unir materiales, explicando sus ventajas.	Consulta y prueba algunas formas de unir materiales.	Consulta pocas formas de unión o necesita ayuda para hacerlo.	No consulta formas artesanales para unir materiales.
Competencia de comunicar: comento en grupo de manera escrita o/y oral lo que funciona o no funciona del prototipo.	Explica claramente de forma oral y/o escrita lo que funciona o no funciona del prototipo, escuchando a sus compañeros.	Explica en grupo de manera oral o escrita lo que funciona o no funciona del prototipo.	Explica de manera breve lo que funciona o no funciona, con poca claridad.	No comenta lo que funciona o no funciona del prototipo.

**Observaciones del docente**

---



---



---



---



---

**Anexo 6.**

*Formato entrevista semiestructurada – antes pensaba – ahora sé-*

Apreciado estudiante, esta entrevista se realizará en dos momentos así, antes de iniciar el proyecto responderás lo que piensas acerca de cada pregunta o tema en la parte que dice **antes pensaba**, luego cuando terminemos el proyecto responderás nuevamente cada pregunta en la parte que dice **ahora sé**:

**Preparado, responde lo que sepas y creas:**

1. ¿Qué crees que le pasa a una planta si no la regamos o le echamos mucha agua?

<b>Antes pensaba</b>	<b>Ahora sé</b>
   	 
<b>Aplicamos el proyecto</b>	

2. ¿para qué sirve el agua en la huerta escolar?

<b>Antes pensaba</b>	<b>Ahora sé</b>
   	 
<b>Aplicamos el proyecto</b>	

3. ¿Qué son los materiales reciclados?

<b>Antes pensaba</b>		<b>Ahora sé</b>
 	  <b>Aplicamos el proyecto</b>	 

4. ¿Cómo se mueve el agua en una superficie plana?

<b>Antes pensaba</b>		<b>Ahora sé</b>
 	  <b>Aplicamos el proyecto</b>	 

5. ¿Cómo se mueve el agua en una superficie inclinada?

<b>Antes pensaba</b>					<b>Ahora sé</b>		
			<b>Aplicamos el proyecto</b>				

6. ¿Cómo puedes unir varios materiales para construir algo?

<b>Antes pensaba</b>					<b>Ahora sé</b>		
			<b>Aplicamos el proyecto</b>				

7. ¿Qué es un sistema de riego?

<b>Antes pensaba</b>		<b>Ahora sé</b>
 	  <b>Aplicamos el proyecto</b>	 

8. ¿Cómo podemos hacer un sistema de riego?

<b>Antes pensaba</b>		<b>Ahora sé</b>
 	  <b>Aplicamos el proyecto</b>	 

9. ¿Qué es el trabajo en equipo?

<b>Antes pensaba</b>					<b>Ahora sé</b>		
<b>Aplicamos el proyecto</b>							

10. ¿Cómo puedes buscar información acerca de un tema?

<b>Antes pensaba</b>					<b>Ahora sé</b>		
<b>Aplicamos el proyecto</b>							

11. ¿Cómo puedes mostrar lo que descubriste en un experimento?

<b>Antes pensaba</b>		<b>Ahora sé</b>
	  	
<b>Aplicamos el proyecto</b>		

## Anexo 7.

### *Validación de instrumentos por expertos – V de Aiken*

#### **Introducción**

La validación de informes consiste en revisar de manera sistemática si un reporte cumple con los criterios de calidad y trazabilidad establecidos en un proceso de evaluación. La Guía de validación de informes publicada por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior de Ecuador (CACES) (2024) explica que toda introducción debe indicar las fases realizadas en la evaluación (incluyendo las fechas de las visitas de campo) y detallar el número de fuentes documentales revisadas y de personas entrevistadas.

Esta guía también exige que cada informe contenga una sección de conclusiones y recomendaciones, las cuales se desprenden del informe y no deben incluir temas ajenos a la evaluación. Además, recomienda numerar las conclusiones y presentarlas en el orden de los estándares evaluados (CACES, 2024).

Este trabajo aplicó dichas orientaciones para revisar tres guías educativas y una entrevista semiestructurada. Las tres guías obtuvieron puntuaciones altas de validez de contenido según el coeficiente V de Aiken: la mayoría de los indicadores alcanzaron valores iguales o superiores a 0,875.

Interpretación práctica (heurística) según Merino-Soto (2023):

- $V \geq 0,875 \rightarrow$  Muy buena
- $0,750-0,874 \rightarrow$  Aceptable (revisar)
- $< 0,750 \rightarrow$  Baja (ajustar)

Este artículo presenta la validación previa a la implementación de cuatro instrumentos didácticos sobre riego escolar: tres guías de aula y una entrevista semiestructurada basada en la rutina “antes pensaba – ahora sé”. El propósito es asegurar que cada pregunta y actividad sea clara, pertinente, suficiente y coherente para estudiantes de 3.º y 5.º, y que esté alineada con los indicadores definidos (indagación, comunicación, pensamiento ingenieril y problemas ambientales).

#### **Método**

La V de Aiken es un coeficiente utilizado para cuantificar la validez de contenido de un instrumento a partir de las valoraciones de un conjunto de jueces (Merino-Soto, 2023). En un estudio sobre políticas de justicia penal, los autores subrayan que existen diferentes formas de evaluar la validez de contenido, pero que el coeficiente V de Aiken es el más adecuado para determinarla, en comparación con métodos como el índice de acuerdo y la prueba binomial (Arenas-García, 2021).

Entre sus ventajas destacan la simplicidad de cálculo, la capacidad de obtener valores que se pueden comparar según el tamaño de la muestra de jueces y la posibilidad de evaluar su significación estadística (Merino-Soto, 2023) Estas ventajas han llevado a que diversos organismos (como CACES) lo adopten como criterio central para validar instrumentos y guías de evaluación.

Aiken define su coeficiente como la razón entre la suma de las diferencias obtenidas y la suma máxima posible de esas diferencias. Si el instrumento utiliza una escala politómica con valores entre un mínimo  $l_0$  y un máximo  $c$ , cada juez otorga una puntuación  $r$  a cada ítem (Sari et al., 2022).

Estas puntuaciones se convierten en diferencias  $s = r - l_0$ . Luego se suman las diferencias ( $\Sigma s$ ) y se divide por el producto del número de jueces ( $n$ ) y el rango de la escala ( $c - l_0$ ).

La fórmula es:

$$V = \frac{\Sigma s_i}{n(c-1)} \quad \text{Ecuación 1}$$

El coeficiente varía entre 0 y 1.

Un valor cercano a 1 indica acuerdo perfecto entre los jueces y poca variabilidad en sus evaluaciones, mientras que un valor inferior a 0,50 señala falta de acuerdo. Investigaciones sobre políticas de justicia penal recomiendan considerar válidos aquellos ítems con  $V \geq 0,70$ , reformular los que están entre 0,50 y 0,69 y eliminar los inferiores a 0,50. En los estudios analizados, una gran proporción de los indicadores se validó con  $V \geq 0,70$  (Arenas-García, 2021).

Las guías educativas y la entrevista fueron evaluadas por cuatro jueces utilizando una escala de tres niveles (1 = no adecuada, 2 = adecuada con correcciones, 3 = totalmente adecuada). Se calculó la  $V$  de Aiken para cada indicador siguiendo la fórmula anterior y se confirma la efectividad del método  $V$  de Aiken para cuantificar la validez de contenido de instrumentos educativos y permitir la mejora dirigida de los ítems.

### **Resultados de la validación $V$ de Aiken para cada instrumento**

Como ya se ha mencionado la finalidad de este artículo es presentar la validación de contenido por juicio de expertos. La validez se estimó con el coeficiente  $V$  de Aiken usando una escala de 1 a 3 y la participación de cuatro jueces (tres magíster y un experto en Escuela Nueva). Se evaluaron los indicadores en cuatro dimensiones las cuales fueron (i) claridad, (ii) pertinencia, (iii) coherencia y (iv) suficiencia; además, se calcularon, para cada celda, la  $\Sigma s$  (suma de puntuaciones ajustadas) y el  $V$  de Aiken, junto con su interpretación.

### **Instrumento 1: Guías (secuencia de actividades)**

A continuación, se presentan los resultados de la Guía 1: “*Exploremos el agua y los sistemas de riego*”, aplicada a estudiantes de 3° y 5° grado.

**Tabla 20.** Resultados calculados (Guía 1)

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
El estudiante identifica una situación real en su entorno	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Propone ideas iniciales para resolver necesidades locales	Claridad	3	3	1	3	4	6	0.75	Aceptable (revisar)
	Pertinencia	3	2	1	3	4	5	0.625	Baja (ajustar)
	Coherencia	3	2	1	3	4	5	0.625	Baja (ajustar)
	Suficiencia	2	2	1	2	4	3	0.375	Baja (ajustar)
Reconoce el uso de materiales del entorno en el proceso	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	2	3	4	7	0.875	Muy buena
Formula preguntas sobre el sistema de riego y su utilidad	Claridad	1	3	3	2	4	5	0.625	Baja (ajustar)
	Pertinencia	1	2	3	2	4	4	0.5	Baja (ajustar)
	Coherencia	1	2	3	2	4	4	0.5	Baja (ajustar)
	Suficiencia	1	2	2	2	4	3	0.375	Baja (ajustar)
Relaciona el flujo del agua con su uso en el cultivo	Claridad	2	3	3	3	4	7	0.875	Muy buena
	Pertinencia	2	3	2	3	4	6	0.75	Aceptable (revisar)
	Coherencia	2	3	3	3	4	7	0.875	Muy buena
	Suficiencia	2	3	3	3	4	7	0.875	Muy buena
Participa en la solución de un problema escolar real	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	2	3	4	7	0.875	Muy buena
Reconoce la falta de riego como una problemática ambiental concreta	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Vincula la necesidad del sistema de riego con el cuidado del agua	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Reconoce la huerta como un espacio pedagógico activo	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena

Nota: Elaboración propia (2025)

En la Guía 1 la mayoría de las preguntas salieron muy bien, ya que casi todos los indicadores tuvieron V de Aiken “Muy buena” es decir ( $V \geq 0,875$ ). Esto quiere decir que, según los jueces, la guía es clara, pertinente y coherente en general. Sin embargo, hay dos puntos que se deben mejorar: “Propone ideas iniciales” con  $V=0,75$  a  $0,375$  y “Formula preguntas” con  $V=0,625$  a  $0,375$ , porque sus valores de V fueron bajos en varias dimensiones. Lo que se debe ajustar según los jueces expertos es lo siguiente:

- Añadir una pregunta detonante que invite a crear soluciones, por ejemplo, “Si en la huerta falta agua, ¿qué podríamos inventar para que las plantas no se sequen?”.
- Incluir un momento de observación (video o miniexperimento) y pedir que cada estudiante formule al menos dos preguntas sobre el riego (una puede ser tipo ICFES).
- Hacer una revisión rápida del contexto: espacio de la huerta, tipo de suelo/abono, cómo se riega hoy y qué materiales tenemos a mano.
- Elegir la mejor idea con criterios simples: costo, facilidad de hacer y ahorro de agua.
- Agregar un dibujo sencillo del flujo del agua (esquema) y, si se puede, medir algo básico, por ejemplo, cuánta agua cae en 1 minuto.

La Guía 2: “*El flujo del agua y la inclinación del terreno*” busca que los estudiantes experimenten cómo cambia el flujo del agua según la pendiente y conecten ese aprendizaje con el diseño de un sistema de riego escolar a pequeña escala. Los resultados luego de hacer el análisis V de Aiken fueron los siguientes:

**Tabla 21.** Resultados calculados (Guía 2)

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
Explora soluciones (pruebas con materiales diversos)	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Explica ideas y resultados (comunicación de saberes)	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Usa esquemas/dibujos/objetos (representa procesos)	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Contribuye al diseño del sistema (funcionalidad básica)	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	2	3	3	3	4	7	1	Muy buena
Relaciona el flujo del agua con el cultivo	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
Emplea materiales disponibles del entorno	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	2	3	4	7	1	Muy buena
Participa en la solución de un problema escolar real	Claridad	1	3	3	3	4	6	1	Aceptable (revisar)
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	2	3	4	7	1	Muy buena
Reconoce la huerta como espacio pedagógico activo	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena

Nota: Elaboración propia (2025)

En la Guía 2 la mayor parte salió muy bien, porque los indicadores obtuvieron V de Aiken “Muy buena” con  $V = 1,00$  o  $0,875$ ), lo que indica que la guía es clara, pertinente y coherente en general. Solo hay un punto por reforzar y dos al límite inferior: “Participa en la solución de un problema escolar real – Claridad” quedó en  $V = 0,75$  (Aceptable), y en “Contribuye al diseño del sistema” y “Emplea materiales del entorno” la puede llegar a  $V = 0,875$  lo cual significa que es “Muy buena”, pero cerca del umbral) Con pequeños ajustes, estas partes deberían subir. Lo que se debe ajustar según los jueces expertos es lo siguiente:

- Hacer más claro el paso a paso de la actividad de solución: agregar un diagrama de flujo con 5 pasos: 1) preparar materiales; 2) armar prototipo; (3) probar con agua medir; (4) decidir.
- Pedir 1–2 fuentes (video/lectura corta) como parte de la tarea y citar: esto fortalece la suficiencia en diseño y uso de materiales ( $V=0,875$ ).
- Definir criterios simples de selección del diseño como costo, facilidad de construir y ahorro de agua; que los estudiantes justifiquen su elección con esos criterios.
- Aclarar el uso de materiales: lista de materiales disponibles/reciclables y una nota de seguridad (qué sí/qué no usar), para mejorar la percepción de suficiencia.
- Añadir un registro breve de resultados (tabla con pendiente, tiempo y volumen de agua), para que la evidencia quede clara y la explicación sea más sólida.

La Guía 3: “*Construyamos nuestro sistema de riego*” busca que los estudiantes diseñen y prueben un prototipo a pequeña escala, trabajando en equipo, uniendo materiales y ajustando el diseño con base en la prueba. En esta Guía 3 casi todo el análisis dio un valor de  $V=1,00$ , como se muestra a continuación:

**Tabla 22.** Resultados calculados (Guía 3)

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	$\Sigma S$	V	INTERPRETACIÓN
<b>Participa en la solución de un problema escolar real</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Se involucra activamente en el desarrollo del prototipo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Asume responsabilidades dentro del grupo de trabajo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Intercambia ideas con respeto</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
<b>Justifica decisiones durante el proceso de trabajo en equipo</b>	Suficiencia	3	2	3	3	4	7	1	Muy buena
	Claridad	3	3	3	3	3	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	3	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	3	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	3	8	1	Muy buena

Nota: Elaboración propia (2025)

En la Guía 3 todo salió muy bien, la mayoría de las celdas tienen V de Aiken = 1,00 (Muy buena). Solo vimos un detalle por reforzar en “Intercambia ideas con respeto – Suficiencia” la tabla muestra  $\Sigma s = 7$ , lo que da  $V = 7/8 = 0,875$  en otras palabras, “Muy buena” pero al borde. Todo lo demás quedó en  $V = 1,00$ .

Con un cierre breve del diálogo (frases guía), una evidencia simple de las pruebas y una rúbrica mini de participación/justificación, esa dimensión debería alcanzar también  $V=1,00$  en la próxima revisión, para dar respuesta a lo solicitado por el validador.

Hay ítems que se retipen o comparten en las 3 guías, estos indicadores nos muestran qué tan coherente y constante es toda la propuesta. Por ello se calcula V de Aiken para cada uno de la siguiente manera:

**Tabla 23.** Resultados de ítems compartidos en las Guías

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
<b>Participa en actividades contextualizadas e integradoras (A, C y D)</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	2	3	3	3	4	7	0.875	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Participa en actividades escolares orientadas al cultivo (A, C y D)</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena

Nota: Elaboración propia (2025)

En los ítems comunes el resultado es bueno, debido a que las dimensiones quedaron en  $V = 1,00$  (Muy buena). Solo una quedó al borde: “Participa en actividades contextualizadas e integradoras” con  $V = 0,875$ . El promedio de ese indicador es  $\bar{V} = 0,969$  y el de “Participa en actividades escolares orientadas al cultivo” es  $\bar{V} = 1,000$ .

Esto significa que la propuesta se ve coherente y estable a lo largo de las tres guías, según los validadores el primer instrumento es claro, tiene buena secuencia y ofrece lo necesario. Además, todo lo relacionado con actividades de cultivo está perfecto en las cuatro dimensiones ( $V = 1,00$ ).

Para subir la Pertinencia (0,875 a 1,00) del primer indicador, basta un ajuste pequeño:

- Definir roles claros desde el Momento A (materiales, mediciones, relator), pedir un producto integrador que conecte A con C y D (bitácora o póster con problema–prueba–

prototipo) y usar una mini lista de chequeo de contexto local con preguntas como ¿usa materiales del entorno?, ¿aporta al cultivo real?, ¿responde a una necesidad del colegio?

Con esos cambios, se espera que la validación cambie de 0,875 a  $V = 1,00$ , para seguir vinculando prácticas del entorno rural y visibilizar el aprendizaje situado.

### **Instrumento 2: Entrevista semiestructurada con la rutina de pensamiento “antes pensaba – ahora sé”**

En esta sección iniciamos la validación del “Instrumento 2: Entrevista semiestructurada”. Este instrumento busca evidenciar cambios en el pensamiento científico, cómo se fortalecen las competencias de indagación y comunicación, y la percepción de aprendizaje de los estudiantes, siguiendo el análisis V de Aiken, los resultados son:

**Tabla 24.** Resultados de Entrevista (V de Aiken por dimensión)

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
<b>Reconoce la falta de riego como una problemática ambiental concreta</b>	Claridad	3	3	2	3	4	7	0.88	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Reconoce la huerta como un espacio pedagógico activo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Reconoce el uso de materiales del entorno en el proceso</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Relaciona el flujo del agua con su uso en el cultivo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Relaciona el flujo del agua con su uso en el cultivo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
<b>Emplea materiales disponibles en el entorno</b>	Claridad	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	2	—	3	5	0.83	Aceptable
<b>Formula preguntas sobre el sistema de riego y su utilidad</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
<b>Propone ideas iniciales para resolver necesidades locales / Contribuye al diseño del sistema de riego con</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena

INDICADOR	DIMENSIÓN	J1	J2	J3	J4	N	ΣS	V	INTERPRETACIÓN
<b>funcionalidad básica</b>									
<b>Se involucra activamente en el desarrollo del prototipo</b>	Claridad	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	3	4	8	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
<b>Explora soluciones mediante pruebas con materiales diversos</b>	Claridad	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
<b>Explica ideas y resultados de forma oral, escrita o gráfica</b>	Claridad	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Pertinencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Coherencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena
	Suficiencia	3	3	3	—	3	6	1	Muy buena

Nota: Elaboración propia (2025)

La entrevista quedó muy bien validada, porque la mayoría de las preguntas obtuvieron  $V = 1,00$  (Muy buena). Solo aparecen dos detalles: Ítem 1: Claridad con  $V = 0,875$  (muy buena, pero al borde) y Ítem 6: Suficiencia con  $V = 0,833$  (aceptable).

En algunos ítems faltó un juez, pero ajustamos  $n=3$  sin cambiar las conclusiones. Para subir esos valores se recomienda simplificar el Ítem 1 por ejemplo: “¿Qué crees que le pasa a una planta si no la regamos o si le echamos mucha agua?” y precisar el Ítem 6 con materiales ejemplo cinta, amarras, silicona, pegante y una subpregunta de justificación “¿cuál usarías y por qué?”.

En general, las revisiones de los validadores demuestran que:

- **Validez:** el instrumento resulta válido para los fines propuestos: tres jueces marcaron “Sí” y el cuarto dejó comentarios alineados con esa conclusión.
- **Fortalezas:** se observa que es claro, adecuado para 8–10 años y que la rutina “antes pensaba – ahora sé” permite evidenciar cambios sin recurrir a pretest–postest.
- **Aspectos por mejorar:** se recomienda hacer explícito el contexto de la huerta en cada pregunta (una línea o ejemplo breve) y simplificar el lenguaje para mayor comprensión.

### Conclusiones

Las evidencias de validación muestran que los instrumentos didácticos (Guías 1–3) y la entrevista son válidos para los fines del proyecto. La mayoría de los ítems alcanzaron  $V$  de Aiken  $\geq 0,875$ , lo que indica buena claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia.

Entre las fortalezas, se destaca el lenguaje cercano a la edad de los estudiantes, la contextualización en la huerta escolar, el énfasis en indagación y comunicación, y el trabajo colaborativo. La rutina “antes pensaba – ahora sé” aporta valor para captar cambios en el pensamiento sin necesidad de pretest–postest.

