



**Diseño, implementación y análisis de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional para fortalecer los proyectos de la media técnica en electricidad en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (Cucunubá, Cundinamarca).**

Este proyecto aporta a la consolidación de una educación técnica rural contextualizada, fortaleciendo la autonomía, la creatividad y las competencias tecnológicas de los estudiantes, contribuyendo al desarrollo social y económico del municipio de Cucunubá. Este proyecto es innovador porque integra el enfoque STEM y el pensamiento computacional en una estrategia pedagógica diseñada desde la práctica docente, validada con la comunidad educativa, y aplicada en un contexto rural, generando un modelo replicable para el fortalecimiento de la formación técnica.

**Autores:**

Jessica Alexandra Bonilla Ortiz

Noel Alonso Martínez Moreno

**Cucunubá, 2025**

Jessica Alexandra Bonilla Ortiz – [jessica.bonilla@usantotomas.edu.co](mailto:jessica.bonilla@usantotomas.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3233-9094>

CvLAC: [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002317376](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002317376)

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=YxDuoCAAAAJ&hl=es&authuser=1>

Noel Alonso Martínez Moreno – [noel.martinez@usantotomas.edu.co](mailto:noel.martinez@usantotomas.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2068-9988>

CvLAC: [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001516693](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001516693)

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=rbgqewUAAAJ&hl=es>

Fecha de presentación: 16 de noviembre de 2025



## Tabla de Contenido

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	3
3. Preliminares.....	4
3.1 Diagnóstico de la Realidad:.....	4
3.1.1 Identificación:.....	4
3.1.2 Descripción:.....	5
3.1.3 Formulación:.....	7
3.2 Oportunidades de Innovación / Alternativas de Solución:.....	7
4. Propósito y Objetivos.....	11
4.1 Propósito:.....	11
4.2 Objetivo General:.....	11
4.3 Objetivos Específicos:.....	11
4.4 Matriz de Medición de Impacto educativo y Social:.....	12
5. Marco de Referencia.....	14
5.1 Marco Contextual.....	14
5.2 Revisión de Estado del Arte:.....	14
5.4 Marco Teórico.....	18
5.5 Marco Conceptual.....	28
5.6 Marco Legal y Normativo.....	30
5.7 Marco Técnico.....	34
5.7.1. Método de análisis técnico.....	34
5.7.2 Método de desarrollo.....	34
5.7.3 Características técnicas de los instrumentos.....	36



5.7.4 Recursos y software utilizados.....	38
5.7.5 Mapa de contenido y funcionalidad .....	40
6. Marco Metodológico.....	41
6.1 Categorización de la Realidad Educativa a Abordar: .....	41
6.1.1 Coherencia técnico–metodológica: .....	42
6.1.2 Pensamiento computacional (PC): .....	42
6.1.3 Enfoque STEM: .....	42
6.1.4 Pertinencia educativa y contextualización: .....	42
6.1.5 Competencias del siglo XXI: .....	43
6.1.6 Comunicación técnica y trabajo colaborativo: .....	43
6.1.7 Seguridad y sostenibilidad en la práctica técnica:.....	43
6.2 Enfoque de Investigación.....	43
6.2 Tipo de investigación.....	45
6.3 Tipo de estudio:.....	47
6.4 Técnicas de recolección de información seleccionadas: .....	49
6.4.1 Instrumentos pedagógicos como medios de recolección .....	49
6.4.2 Técnicas complementarias de recolección .....	50
6.4.2.1 Observación participante y diario de campo .....	50
6.4.2.2 Entrevistas semiestructuradas .....	51
6.4.2.3 Rúbricas y listas de cotejo.....	51
6.4.3 El prototipo Funcional Como Fuente de Información .....	51
6.5 Técnicas de Análisis de Información Seleccionadas .....	52
6.6 Aplicación y Análisis de los Resultados Preliminares a Partir de las Técnicas de Recolección de Información:.....	53
6.6.1 Resultados del instrumento “Ficha de inscripción con reto STEM” (Grado décimo) .....	54
6.6.2 Resultados del instrumento “Maqueta estructural del proyecto” (Grado undécimo).....	57



6.7 Procedimiento .....	63
6.8 Producto o Resultado Esperado. ....	66
6.9 Descripción de la Población y Muestras .....	67
6.10 Matriz de Interesados y Beneficiarios.....	68
6.12 Recursos Previstos (Económicos, Tecnologías, Materiales, Talento Humano).....	71
6.12.1 Recursos Humanos.....	71
6.12.2 Recursos Tecnológicos. ....	71
6.12.3 Recursos Materiales. ....	71
6.12.4 Recursos Económicos. ....	72
7. Resultados y Análisis de Resultados.....	72
7.1 Panorama General.....	72
7.2 Resultados. ....	73
6 Conclusiones.....	77
7 Visión Prospectiva del Proyecto .....	81
8 Consideraciones Éticas .....	85
Referencias.....	87
Anexos .....	92



## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz de medición de impacto educativo y social del proyecto STEM–PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas (2025) .....	12
<b>Tabla 2.</b> Matriz legal y normativa del proyecto STEM–PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas (2025).....	30
<b>Tabla 3.</b> Retos STEM formulados por los estudiantes de grado décimo a partir del instrumento “Ficha de inscripción con reto STEM” (IERD Peñas, 2025) .....	54
<b>Tabla 4.</b> Proyectos de grado desarrollados a partir del instrumento “Maqueta estructural del proyecto” (Grado 11.º, IERD Peñas, 2025) .....	57
<b>Tabla 5.</b> Matriz de interesados y beneficiarios del proyecto STEM–PC en la media técnica en electricidad (IERD Peñas, 2025) .....	68



## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de causa y efecto sobre los factores que inciden en la baja coherencia técnica y pedagógica en los proyectos de electricidad. ....	6
<b>Figura 2.</b> Ciclo de desarrollo de la estrategia pedagógica STEM–PC .....	35
<b>Figura 3.</b> Sistema de instrumentos pedagógicos STEM–PC.....	38
<b>Figura 4</b> Logo oficial del proyecto STEM–PC (Elaboración propia, 2025, diseño de identidad visual para la estrategia pedagógica STEM–PC en la IERD Peñas). ....	39
<b>Figura 5.</b> Mapa de contenido y funcionalidad de la estrategia STEM–PC .....	40



## Lista de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Entrevista semiestructurada aplicada como parte del diagnóstico institucional para el diseño de la estrategia STEM-PC (IERD Peñas, 2024).....	92
<b>Anexo 2.</b> Instrumento de inscripción de proyecto de grado con reto STEM y pensamiento computacional. ....	93
<b>Anexo 3.</b> Infografía “Ciclo STEM-PC”.....	94
<b>Anexo 4.</b> Portada del “Instrumento de maqueta estructural de proyectos de la media técnica, especialidad de electricidad en la I.E.R.D. Peñas” – Primera hoja ilustrativa.....	95
<b>Anexo 5.</b> Plantilla de presentación técnica (diapositivas). Modelo digital utilizado por los estudiantes para la sustentación de sus proyectos – Diapositiva ilustrativa .....	96
<b>Anexo 6.</b> Instrumento aplicado durante la semana 35, diseñado para realizar observaciones y retroalimentaciones previas a la sustentación final de los proyectos de grado. Evalúa la aplicación del pensamiento computacional, el ciclo de diseño STEM y la comunicación técnica empleada por los estudiantes en el desarrollo y presentación de sus proyectos.....	97
<b>Anexo 7.</b> Rúbrica de evaluación de sustentación final .....	98
<b>Anexo 8.</b> Registro fotográfico y evidencias del proceso. ....	99
<b>Anexo 9.</b> Registro fotográfico y evidencias de la emisora institucional “Radio Peñas: La voz de los estudiantes”.....	100
<b>Anexo 10.</b> Primer Día STEM+ Institucional .....	100



## Resumen

La investigación tuvo como propósito diseñar, implementar y analizar una estrategia pedagógica orientada a fortalecer los proyectos de la media técnica en electricidad en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas, ubicada en Cucunubá (Cundinamarca). La propuesta se fundamenta en la integración del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y la estructuración del pensamiento computacional como ejes articuladores de la enseñanza técnica en contextos rurales.

El estudio se desarrolló desde un enfoque cualitativo y bajo el método de estudio de caso institucional, con una población de 63 estudiantes de los grados 10.º y 11.º, entre los meses de febrero y noviembre de 2025. La estrategia se estructuró en cuatro componentes: la ficha de inscripción con reto STEM, la infografía del ciclo STEM-PC, la maqueta estructural y la plantilla de presentación final. Con esto, se guio el proceso de formulación, ejecución y socialización de los proyectos.

La validación y retroalimentación de la estrategia se realizó con la participación de diferentes miembros de la comunidad educativa, incluyendo docentes de diversas áreas, coordinación académica, rectoría y estudiantes. Ellos dieron observaciones que ayudaron a mejorarla y ajustarla al contexto. Por eso, los resultados mostraron avances en la coherencia técnica y metodológica, una mejor organización en la planeación y también el desarrollo de competencias comunicativas, analíticas y colaborativas en los estudiantes.

Al final, se concluye que la estrategia pedagógica STEM-PC es una propuesta de innovación educativa contextualizada. Además, puede fortalecer la formación técnica rural, integrar varias áreas y ayudar a fomentar el pensamiento crítico y la autonomía en los estudiantes. **Palabras clave:** Educación técnica rural, estrategia pedagógica, enfoque STEM, pensamiento computacional, innovación educativa.



## Abstract

The purpose of this research was to design, implement, and analyze a pedagogical strategy aimed at strengthening the technical education projects in electricity at the Rural Departmental Educational Institution Peñas, located in Cucunubá (Cundinamarca). The proposal is based on the integration of the STEM approach (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) and the development of computational thinking as key elements for technical teaching in rural contexts.

The study followed a qualitative approach and used an institutional case study method. It was carried out with 63 students from grades 10 and 11, between February and November of 2025. The strategy was organized into four components: a registration form with a STEM challenge, an infographic of the STEM-PC cycle, a structural model, and a final presentation template. With these elements, the process of planning, developing, and presenting the projects was guided.

The validation and feedback of the strategy involved different members of the educational community, including teachers from several areas, the academic coordinator, the principal, and the students. They provided comments that helped improve the strategy and adapt it to the context. For this reason, the results showed progress in technical and methodological coherence, better organization in planning, and also the development of communication, analytical, and collaborative skills in the students.

In the end, the study concludes that the STEM-PC pedagogical strategy is a contextualized educational innovation. In addition, it can strengthen rural technical education, connect different subject areas, and support students in developing critical thinking and autonomy.

**Key words:** Rural technical education, pedagogical strategy, STEM approach, computational thinking, educational innovation.

## 1. Introducción

La educación técnica en contextos rurales enfrenta el reto de integrar la práctica profesional con los avances científicos y tecnológicos, y así garantizar aprendizajes significativos y pertinentes. En Colombia, las instituciones rurales han buscado responder a estas demandas mediante la innovación pedagógica y la articulación con los sectores productivos, aunque muchas veces en condiciones limitadas. En este contexto, la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas), ubicada en el municipio de Cucunubá (Cundinamarca), ha construido una trayectoria en la formación de estudiantes en la media técnica en la especialidad de electricidad, orientada al desarrollo de competencias laborales y ciudadanas.

Pero al iniciar el proceso de acompañamiento en mayo de 2024, se encontró una situación crítica en la estructuración de los proyectos de grado. Durante el diagnóstico realizado al finalizar el año 2024, se revisaron los productos entregados por los estudiantes y se observó que no había instrumentos pedagógicos, lineamientos metodológicos ni criterios claros para planear y evaluar los proyectos. La información mostró que cada grupo trabajaba sus propuestas de forma empírica, sin una secuencia lógica ni una integración clara entre los componentes teóricos, técnicos y comunicativos.

Estas limitaciones afectaban la calidad de los resultados y también dificultaban el cumplimiento de las Normas de Competencia Laboral (NCL) que orientan la formación técnica. Además, las prácticas docentes se realizaban sin una herramienta común que facilitara la integración entre áreas y la evaluación de aprendizajes complejos. Por eso, surgió la necesidad de diseñar una estrategia pedagógica que ofreciera una ruta más clara para orientar el proceso de formación técnica, fortaleciendo tanto las competencias STEM como el pensamiento computacional, entendido como un proceso para organizar, planear y resolver problemas de manera lógica y secuencial (Wing, 2006).

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), según Bybee (2013), se plantea como un modelo que integra saberes y que ayuda a resolver problemas y a trabajar en proyectos. Su uso en la educación técnica rural permite relacionar los conocimientos con situaciones reales y generar aprendizajes a partir de la práctica. Por su parte, el pensamiento computacional aporta al razonamiento lógico, la descomposición de tareas y la abstracción de procesos, habilidades esenciales en el trabajo técnico y en la vida diaria (Bocconi et al., 2016).



Con estas ideas, se diseñó, implementó y analizó una estrategia pedagógica STEM-PC como respuesta al diagnóstico institucional de 2024. El proyecto se desarrolló entre febrero y noviembre de 2025, bajo un enfoque cualitativo y un estudio de caso, con una población de 63 estudiantes de los grados 10.º y 11.º. La estrategia se organizó en cuatro fases: (1) diagnóstico y análisis de la realidad educativa, (2) diseño y validación de los instrumentos pedagógicos, (3) implementación de la estrategia y (4) análisis de resultados.

La propuesta se concretó en cuatro instrumentos que forman la estrategia: la ficha de inscripción con reto STEM, la infografía del ciclo STEM-PC, la maqueta estructural y la plantilla de presentación. Cada uno cumplió una función específica en la planeación, ejecución y socialización de los proyectos, y esto permitió construir una ruta metodológica más coherente y ajustada al contexto.

El proceso de validación de la estrategia se hizo con la participación de distintos miembros de la comunidad educativa, como docentes de varias áreas, la coordinación académica, la rectoría y los estudiantes. Sus aportes fueron claves para adaptar la propuesta a las condiciones reales de la institución y asegurar su continuidad.

Los resultados preliminares mostraron avances importantes en la organización técnica y metodológica de los proyectos, en la coherencia de la redacción y en la capacidad de los estudiantes para planear de forma lógica sus procesos de diseño y ejecución. También se fortalecieron competencias como la autonomía, el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación técnica.

Desde lo pedagógico, la estrategia ayudó a transformar la práctica docente, ofreciendo un marco común para planear y evaluar los proyectos, fomentando la colaboración entre áreas y promoviendo la reflexión sobre la enseñanza. En lo institucional, este proceso fortaleció una cultura de innovación y permitió formalizar la estrategia en la sede Peñas, con la intención de implementarla en la sede Laguna en 2026.

Al final, este proyecto es una experiencia de innovación educativa contextualizada, orientada a mejorar la calidad de la educación técnica rural mediante el uso del enfoque STEM y el pensamiento computacional como ejes del aprendizaje, fortaleciendo así las competencias técnicas, cognitivas y socioemocionales de los estudiantes.

## 2. Justificación

El fortalecimiento de la educación técnica en Colombia, especialmente en los contextos rurales, exige estrategias que unan la formación práctica con la comprensión científica y tecnológica. En la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas), ubicada en Cucunubá (Cundinamarca), el área de electricidad es un espacio clave para desarrollar competencias laborales, pero también es un lugar donde aparecen varios retos pedagógicos y organizativos.

Durante el diagnóstico realizado entre mayo y diciembre de 2024, se encontró una situación importante: los proyectos de grado no tenían una estructura metodológica común ni instrumentos pedagógicos que orientaran su planeación, desarrollo y presentación. Esta falta de lineamientos generaba desorden entre las áreas, poca coherencia técnica y dificultades para evaluar los aprendizajes. Cada estudiante o grupo trabajaba su propuesta de forma empírica, sin una ruta clara sobre cómo integrar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para resolver problemas reales del entorno.

Por eso, surgió la necesidad de diseñar una estrategia pedagógica que, desde la práctica docente, ofreciera un marco más claro para orientar el desarrollo de los proyectos técnicos. Esta estrategia busca unir el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) con el pensamiento computacional, promoviendo la construcción de conocimiento a través de proyectos, resolución de problemas y trabajo entre áreas. Como señalan Bybee (2013) y Honey, Pearson y Schweingruber (2014), el enfoque STEM permite conectar la teoría con la práctica y fomenta la creatividad, la experimentación y la reflexión sobre el uso del conocimiento científico y tecnológico.

Por su parte, el pensamiento computacional —entendido como una forma de razonamiento que ayuda a organizar ideas, identificar patrones y planear procesos de forma lógica (Wing, 2006)— se integra como un componente transversal de la estrategia, porque facilita la estructura de los proyectos, desde la identificación del problema hasta la presentación de los resultados. Este enfoque ayuda a formar estudiantes capaces de analizar, ordenar y ejecutar tareas con mayor autonomía y criterio técnico.

Además, la estrategia responde a las Normas de Competencia Laboral (NCL) del área eléctrica y a las necesidades del contexto rural, donde los recursos son limitados, pero la creatividad y el trabajo comunitario representan un gran potencial educativo. Como plantea Tobón (2017), la educación debe promover competencias integrales que unan el saber, el hacer y el ser, y esto coincide con la intención de este proyecto.



El desarrollo de esta estrategia, validada por la comunidad educativa, busca fortalecer un modelo pedagógico contextualizado que mejore la calidad de los proyectos técnicos y refuerce la identidad institucional. También pretende generar un impacto social y formativo, dando a los estudiantes herramientas para desenvolverse con más autonomía, pensamiento crítico y conciencia tecnológica frente a los retos de su entorno.

En resumen, el proyecto se justifica en la necesidad de transformar la práctica educativa desde la innovación y la reflexión pedagógica, creando un modelo que se pueda replicar y mantener en la enseñanza técnica rural, basado en la integración del enfoque STEM y el pensamiento computacional como motores del aprendizaje significativo y la formación integral.

### **3. Preliminares**

#### **3.1 Diagnóstico de la Realidad:**

##### ***3.1.1 Identificación:***

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas), sede principal del municipio de Cucunubá, Cundinamarca, una institución pública rural que ofrece formación desde primera infancia hasta media técnica. En este contexto, el área de electricidad es una de las especialidades técnicas más consolidadas y está orientada al desarrollo de competencias laborales, científicas y tecnológicas que ayudan a la inserción de los estudiantes en el mundo del trabajo o en la educación superior.

El objeto de estudio del proyecto se enfoca en la construcción, implementación y análisis de una estrategia pedagógica que ayude a fortalecer la calidad técnica, metodológica y comunicativa de los proyectos de grado desarrollados por los estudiantes de la media técnica en electricidad. Esta estrategia integra el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y el pensamiento computacional, entendidos como bases para la enseñanza entre áreas y el aprendizaje mediante proyectos.

El contexto temporal de la investigación abarca el periodo entre mayo de 2024 y noviembre de 2025. En la primera etapa (mayo a diciembre de 2024) se realizó un diagnóstico institucional que permitió identificar la falta de instrumentos y lineamientos pedagógicos para orientar los proyectos de grado.



Luego, en la segunda etapa (febrero a noviembre de 2025) se diseñó, validó e implementó la estrategia pedagógica con los grupos de grado 10.º y 11.º, con el apoyo de docentes, coordinación académica y directivos.

El contexto espacial muestra características del entorno rural andino: la institución se ubica en una zona de difícil acceso, con conectividad limitada, pero con una comunidad educativa comprometida y con interés por fortalecer la formación técnica. El aula-taller de electricidad, el aula teórica y la sala de cómputo son los principales espacios de aprendizaje. Estas condiciones, aunque presentan limitaciones materiales, también ofrecen oportunidades para promover la creatividad, la innovación y el trabajo colaborativo, principios esenciales de la educación STEM (Honey, Pearson y Schweingruber, 2014).

La intención del proyecto es desarrollar una estrategia pedagógica que brinde una ruta estructurada, práctica y contextualizada para orientar el proceso de formulación, ejecución y socialización de los proyectos de la media técnica. Esta estrategia busca fortalecer las competencias técnicas y cognitivas de los estudiantes mediante la integración de saberes, el uso de herramientas tecnológicas y la resolución de problemas del entorno.

El alcance de la propuesta va más allá de su implementación inmediata, porque se espera su institucionalización en la sede Peñas y su réplica en la sede Laguna, ampliando el impacto pedagógico y comunitario del modelo. Así, el proyecto contribuye a mejorar la calidad educativa y al desarrollo local sostenible, en coherencia con los lineamientos de la UNESCO (2021) sobre educación técnica y formación para el trabajo (Technical and Vocational Education and Training – TVET), que destacan la importancia de una enseñanza contextualizada, flexible e inclusiva.

### ***3.1.2 Descripción:***

El diagnóstico realizado entre mayo y diciembre de 2024 permitió caracterizar la situación real de los proyectos de la media técnica en electricidad de la IERD Peñas. Se encontró que no había instrumentos pedagógicos, criterios unificados de evaluación ni una metodología común que guiara a los estudiantes en el diseño, desarrollo y socialización de sus proyectos de grado. Cada grupo de trabajo abordaba la práctica técnica de forma empírica, centrada en la ejecución, pero sin una estructura metodológica que uniera la teoría con la práctica ni promoviera la reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

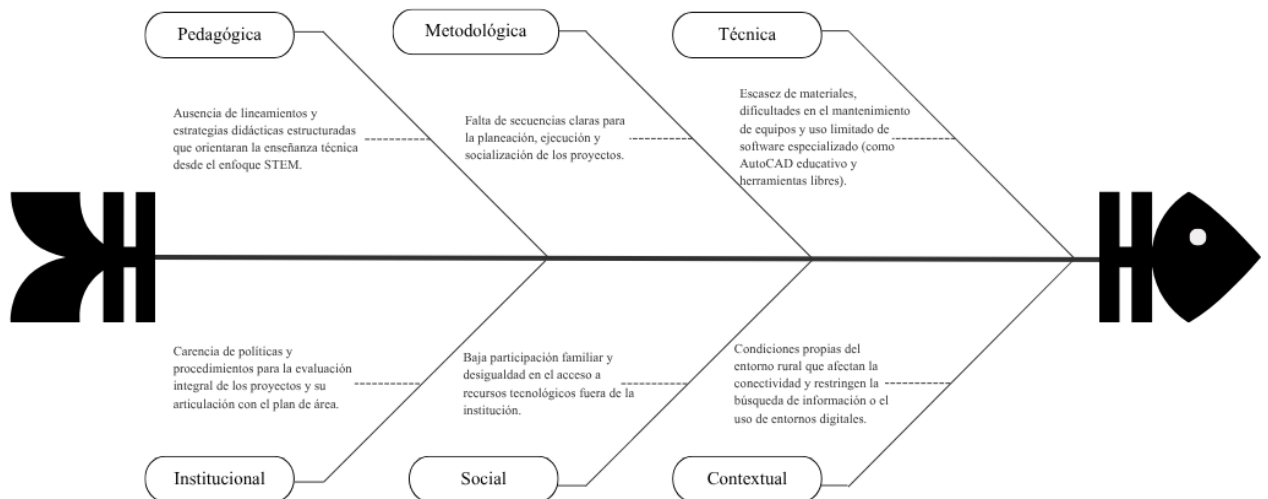


La población estuvo conformada por los estudiantes de la media técnica, un total de 63 estudiantes (35 de grado 11.º y 28 de grado 10.º), quienes participaron en distintas etapas del proceso. Los estudiantes de grado 11.º fueron los encargados de aplicar los instrumentos pedagógicos durante 2025 — infografía, maqueta y presentación—, mientras que los de grado 10.º trabajaron la ficha de inscripción con reto STEM, proyectando el desarrollo de sus proyectos para el año 2026.

El contexto institucional se caracteriza por su condición rural y por contar con un único espacio amplio dividido en tres áreas funcionales: un aula teórica, un aula taller de electricidad y una zona con equipos de cómputo. Aunque existen limitaciones tecnológicas y materiales, este entorno promueve la colaboración, la creatividad y el aprendizaje experiencial, en línea con los principios del enfoque STEM (Bybee, 2013; Honey, Pearson y Schweingruber, 2014). Estas condiciones permiten el desarrollo de competencias técnicas a partir de la experimentación, la resolución de problemas y la aplicación de conocimientos en situaciones reales.

Los hallazgos del diagnóstico se sintetizan en el diagrama de causa y efecto (Ishikawa), que permitió visualizar los principales factores que incidían en la baja coherencia técnica y pedagógica de los proyectos. Se identificaron seis dimensiones que resumen las causas estructurales de la problemática observada:

**Figura 1.** Diagrama de causa y efecto sobre los factores que inciden en la baja coherencia técnica y pedagógica en los proyectos de electricidad.





**Nota.** Elaboración propia, (2025), con base en el diagnóstico institucional 2024.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de espina de pescado que resume la relación entre estas causas y el problema central identificado. El efecto principal es la baja coherencia técnica y pedagógica en los proyectos de la media técnica en electricidad, lo cual justifica la necesidad de una intervención estructurada.

La interpretación de este análisis permitió fundamentar el diseño de una estrategia pedagógica STEM-PC orientada a mejorar la organización de los proyectos, promover la integración entre áreas y fortalecer las competencias técnicas y comunicativas de los estudiantes. Así, la estrategia se entiende como una respuesta práctica a las condiciones encontradas, y está enmarcada en los principios de la innovación educativa contextualizada (Hargreaves y Fullan, 2012) y la educación técnica para el desarrollo sostenible (UNESCO, 2021).

### **3.1.3 Formulación:**

A partir del diagnóstico institucional realizado entre mayo y diciembre de 2024, y del análisis de las causas que afectaban la coherencia técnica y pedagógica de los proyectos de la media técnica en electricidad, se formularon las siguientes preguntas que guiaron la investigación:

*¿Cómo diseñar, implementar y analizar una estrategia pedagógica que integre el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional en los proyectos de la media técnica en electricidad en la IERD Peñas?*

*¿Qué impacto tiene la aplicación de esta estrategia pedagógica en la organización, coherencia metodológica y calidad técnica de los proyectos desarrollados por los estudiantes?*

*¿De qué manera la estrategia pedagógica contribuye al fortalecimiento del pensamiento computacional, la autonomía y la capacidad de innovación de los estudiantes en contextos rurales?*

### **3.2 Oportunidades de Innovación / Alternativas de Solución:**

El diagnóstico institucional realizado al finalizar el año 2024 permitió reconocer varias oportunidades de mejora en el proceso de enseñanza y aprendizaje del área técnica de electricidad. La falta de instrumentos pedagógicos, la desorganización metodológica entre áreas y la ejecución empírica

de los proyectos mostraron la necesidad de replantear la práctica docente desde un enfoque más innovador y ajustado al contexto. Por eso, la investigación identificó diferentes alternativas de innovación educativa orientadas a fortalecer la coherencia técnica y pedagógica de los proyectos de la media técnica, y también a potenciar las competencias científicas, tecnológicas y comunicativas de los estudiantes.

### **Primera alternativa: Elaboración de guías didácticas impresas y digitales para la orientación de proyectos**

La primera alternativa consistió en la elaboración de guías didácticas estructuradas que orientaran la planeación, el desarrollo y la presentación de los proyectos de grado. Estas guías incluirían orientaciones paso a paso, ejemplos de objetivos, formatos para formular problemas, rúbricas de evaluación y plantillas para informes técnicos.

Esta opción ofrecía la ventaja de unificar criterios pedagógicos y facilitar la orientación de los estudiantes. Pero su alcance se limitaba a la transmisión de información y no promovía la reflexión ni el aprendizaje activo. La literatura señala que los materiales impresos son útiles como apoyo, aunque no son suficientes para generar cambios profundos en las prácticas docentes o en la autonomía del estudiante (Hargreaves y Fullan, 2012; Perrenoud, 2004). Además, no garantizaban la integración entre áreas que requiere el enfoque STEM, ni el desarrollo del pensamiento computacional como competencia transversal (Grover y Pea, 2013).

Por eso, aunque era una alternativa viable, no respondía a la naturaleza práctica y colaborativa de la formación técnica en un contexto rural como el de la IERD Peñas.

### **Segunda alternativa: Implementación de plataformas virtuales para la gestión de proyectos**

La segunda alternativa planteó la incorporación de plataformas virtuales (como Moodle, Google Classroom o Canvas) para gestionar los proyectos de grado, permitir la entrega de avances, organizar evidencias y facilitar la retroalimentación docente. Este modelo digital ayudaría a dar seguimiento al proceso y a crear repositorios de buenas prácticas, en línea con la tendencia de digitalización de la educación técnica (UNESCO, 2021).

Pero durante el diagnóstico se vio que las limitaciones de conectividad y de acceso a dispositivos en la sede rural dificultarían su implementación inmediata. Además, los docentes necesitarían procesos de formación digital para manejar bien estas herramientas. Como señalan García-Peñalvo (2020) y Bocconi et al. (2016), la apropiación tecnológica en contextos educativos rurales debe ser gradual y debe ir

acompañada de estrategias de mediación pedagógica que aseguren la equidad en el acceso y la participación.

Por eso, aunque esta alternativa mostraba una posible proyección a futuro, no era viable como solución inmediata para las condiciones actuales de la institución.

**Tercera alternativa (seleccionada): Diseño, implementación y análisis de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional**

La alternativa seleccionada se basó en el diseño e implementación de una estrategia pedagógica STEM-PC, entendida como una propuesta integral que combina la reflexión pedagógica, la experimentación técnica y la colaboración entre áreas. Esta estrategia une los principios del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con la organización del pensamiento computacional, promoviendo el aprendizaje activo, la planificación lógica y la solución de problemas del entorno.

La estrategia se concretó en cuatro instrumentos pedagógicos interdependientes:

- Ficha de inscripción con reto STEM, que orienta la identificación de un problema real y la formulación de un reto contextual.
- Infografía del ciclo STEM-PC, que visualiza las etapas del proceso de trabajo (diagnóstico, diseño, implementación y evaluación).
- Maqueta estructural, que representa físicamente el prototipo técnico o producto final.
- Plantilla de presentación, que unifica los criterios de comunicación técnica, oral y visual.

A diferencia de las alternativas anteriores, esta propuesta no se limita a entregar formatos, sino que organiza el proceso de aprendizaje técnico dentro de una estructura pedagógica coherente. Según Bybee (2013), el enfoque STEM permite integrar los saberes disciplinares mediante el diseño y la resolución de problemas, y fomenta la creatividad y el pensamiento crítico. Por su parte, Wing (2006) y Bers (2022) señalan que el pensamiento computacional promueve la secuenciación, la abstracción y la toma de decisiones basadas en lógica, competencias que son esenciales en el ámbito técnico.

La estrategia STEM-PC fue validada y retroalimentada por distintos miembros de la comunidad educativa, como docentes de varias áreas, la coordinación académica, la rectoría y los estudiantes, lo que garantizó su pertinencia institucional. Además, su diseño contextualizado permitió responder a las condiciones rurales y a la disponibilidad real de recursos.



### **Criterios de viabilidad**

La selección de esta alternativa se fundamentó en los siguientes criterios de viabilidad:

- **Pertinencia pedagógica:** responde directamente a la problemática diagnosticada y se alinea con el modelo institucional de formación técnica.
- **Impacto formativo:** fomenta el desarrollo del pensamiento computacional, la autonomía, la creatividad y la interdisciplinariedad en los estudiantes.
- **Factibilidad técnica:** se implementa con recursos disponibles en la institución (equipos, materiales y software libre).
- **Sostenibilidad:** puede mantenerse y replicarse con apoyo docente e institucional sin requerir inversión adicional significativa.
- **Alineación con políticas educativas:** cumple con las Normas de Competencia Laboral (SENA, 2023) y los lineamientos de la UNESCO (2021) sobre educación técnica y desarrollo sostenible.

La implementación de la estrategia pedagógica STEM–PC representa una innovación educativa contextualizada que promueve la reflexión docente, la participación estudiantil y el aprendizaje significativo. Su enfoque interdisciplinario une la práctica técnica con el pensamiento lógico y la comunicación científica, fortaleciendo la formación integral y el vínculo entre la escuela y la comunidad.

Además, la estrategia ayuda a consolidar una cultura de innovación en la IERD Peñas, y proyecta su adopción en la sede Laguna, permitiendo construir un modelo que se pueda replicar en otros entornos rurales. Como señala Hargreaves (2019), la mejora educativa sostenible se logra cuando las innovaciones nacen de las necesidades reales de las comunidades escolares y se construyen colectivamente desde la práctica docente.

Al final, la alternativa seleccionada no solo responde a una necesidad institucional, sino que también aporta al campo de la educación técnica rural, demostrando que la innovación no depende de la cantidad de tecnología disponible, sino de la capacidad pedagógica de transformar la enseñanza desde el contexto, el pensamiento crítico y la colaboración..



## 4. Propósito y Objetivos

### 4.1 Propósito:

Se enfocó en diseñar, implementar y analizar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional, orientada a fortalecer la calidad técnica, metodológica y comunicativa de los proyectos de la media técnica en electricidad en la IERD Peñas. La estrategia buscó favorecer el desarrollo de competencias cognitivas, tecnológicas y socioemocionales en los estudiantes, promoviendo la autonomía, la creatividad y la solución de problemas reales del contexto rural. **Además**, pretende institucionalizar un modelo que se pueda replicar y que una la enseñanza técnica con la innovación educativa y el desarrollo comunitario.

### 4.2 Objetivo General:

Diseñar, implementar y analizar una estrategia pedagógica fundamentada en el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional para fortalecer la calidad técnica, metodológica y comunicativa de los proyectos de la media técnica en electricidad en la IERD Peñas, articulando teoría, práctica y contexto rural, y promoviendo aprendizajes significativos y autonomía estudiantil.

### 4.3 Objetivos Específicos:

- Diagnosticar las condiciones pedagógicas, metodológicas y técnicas de los proyectos de la media técnica en electricidad, identificando las necesidades formativas y los factores que limitan la articulación entre teoría y práctica.
- Diseñar y validar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional, conformada por instrumentos didácticos contextualizados, garantizando su coherencia con las Normas de Competencia Laboral y su pertinencia institucional.
- Implementar la estrategia pedagógica con los estudiantes de los grados 10.º y 11.º, promoviendo la aplicación del pensamiento computacional, el aprendizaje basado en proyectos y la integración interdisciplinaria en el desarrollo de los proyectos técnicos.
- Analizar los resultados derivados de la aplicación de la estrategia en términos de coherencia metodológica, calidad técnica, redacción comunicativa y desarrollo de competencias STEM, valorando su impacto en la formación de los estudiantes y en la práctica pedagógica del área técnica.



#### 4.4 Matriz de Medición de Impacto educativo y Social:

**Tabla 1.** Matriz de medición de impacto educativo y social del proyecto STEM–PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas (2025)

<i>Objetivos específicos</i>	<i>Contexto de impacto</i>	<i>Indicadores de cumplimiento e impacto</i>	<i>Medios de verificación</i>
<i>1. Diagnosticar las condiciones pedagógicas, metodológicas y técnicas de los proyectos de la media técnica en electricidad, identificando las necesidades formativas y los factores que limitan la articulación entre teoría y práctica.</i>	<b>Educativo– institucional:</b> prácticas docentes, coherencia curricular y gestión del aprendizaje en el área técnica.	- Informe diagnóstico documentado y validado. - Evidencias de triangulación (observaciones, entrevistas, revisión de proyectos 2024). - Identificación de causas estructurales en seis dimensiones (pedagógica, metodológica, técnica, institucional, social y contextual).	- Matriz de diagnóstico institucional 2024. - Actas de reunión docente. - Registro fotográfico y fichas de observación. - Entrevistas y análisis documental.
<i>2. Diseñar y validar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional, conformada por instrumentos didácticos contextualizados, garantizando su coherencia con las Normas de</i>	<b>Pedagógico– metodológico:</b> diseño curricular, innovación educativa y articulación interdisciplinaria.	- Estrategia STEM–PC estructurada en cuatro instrumentos (ficha, infografía, maqueta, plantilla). - Validación con comunidad educativa (docentes, coordinación, rectoría	- Documentos validados (versiones finales de los instrumentos). - Rúbricas de validación y actas de revisión. - Registro de



<i>Competencia Laboral y su pertinencia institucional.</i>		y estudiantes). - Aprobación formal por coordinación académica.	observaciones y retroalimentación.
<b>3. Implementar la estrategia pedagógica con los estudiantes de los grados 10.º y 11.º; promoviendo la aplicación del pensamiento computacional, el aprendizaje basado en proyectos y la integración interdisciplinaria en el desarrollo de los proyectos técnicos.</b>	<b>Formativo–aula–comunidad educativa:</b> práctica pedagógica, aprendizaje activo y desarrollo de competencias.	- Número y porcentaje de estudiantes que aplican la estrategia completa. - Calidad técnica y metodológica de los proyectos (según rúbricas). - Participación en presustentación (30 oct) y sustentación final 10 nov.	- Productos elaborados (fichas, infografías, maquetas y presentaciones). - Rúbricas de desempeño y listas de cotejo. - Fotografías, videos y registros de ferias escolares.
<b>4. Analizar los resultados derivados de la aplicación de la estrategia en términos de coherencia metodológica, calidad técnica, redacción comunicativa y desarrollo de competencias STEM, valorando su impacto en la formación de los estudiantes y la práctica pedagógica del área técnica.</b>	<b>Educativo–social–institucional:</b> formación integral, pensamiento crítico y sostenibilidad de la innovación.	- Informe analítico con hallazgos, conclusiones y recomendaciones. - Evidencias de mejora en planeación, redacción técnica y sustentación oral. - Percepción positiva de docentes y estudiantes sobre la estrategia.	- Matriz de análisis comparativo (antes–después). - Entrevistas y cuestionarios de percepción. - Informe final y socialización con comunidad educativa.

*Nota. Elaboración propia (2025), con base en la aplicación de la estrategia pedagógica STEM–PC en la IERD Peñas.*

## **5. Marco de Referencia**

### **5.1 Marco Contextual**

La Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas) se ubica en el municipio de Cucunubá, Cundinamarca, en la provincia de Ubaté, a 88 kilómetros al norte de Bogotá. Es una institución pública de carácter técnico, reconocida oficialmente mediante la Resolución 009665 del 26 de diciembre de 2014, y actualizada administrativamente por la Resolución N° 008919 del 12 de noviembre de 2024. Su modelo pedagógico se basa en el aprendizaje significativo y en la formación de estudiantes autónomos y competentes (IERD Peñas, 2025).

El contexto socioeconómico del municipio es minero-industrial, con una fuerte presencia de la minería de carbón y, en menor medida, de actividades agropecuarias familiares dedicados a la ganadería y la agricultura tradicional. Esta dinámica productiva influye en las expectativas laborales y en la pertinencia de la formación técnica que ofrece la institución. Por eso, la IERD Peñas ha consolidado desde 2014 la especialidad en Electricidad, uniendo la enseñanza con las necesidades del entorno local. Este proyecto, desarrollado entre 2024 y 2025, hace parte de la estrategia para fortalecer la media técnica mediante el enfoque STEM y el pensamiento computacional, y así contribuir al desarrollo académico, social y tecnológico de la comunidad de Cucunubá.

### **5.2 Revisión de Estado del Arte:**

La revisión del estado del arte sobre la implementación del enfoque STEM y el pensamiento computacional (PC) en la educación media técnica, especialmente en la especialidad de Electricidad, permite entender las tendencias actuales, las brechas y las oportunidades de aplicación contextualizada en territorios rurales con vocación minera e industrial y también agrícola, como Cucunubá, Cundinamarca. Entre 2021 y 2025, varios estudios han mostrado efectos positivos de la integración STEM-PC en el aprendizaje, la motivación y el desarrollo de habilidades del siglo XXI, siempre que haya mediación docente, contextualización del conocimiento y procesos de evaluación formativa.

A nivel internacional, la investigación educativa ha avanzado mucho en entender cómo los enfoques integrados de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas fortalecen la formación técnica. En un metaanálisis que reunió cuarenta estudios con más de quince mil estudiantes, Zhou (2025) mostró un efecto medio-alto del aprendizaje STEM frente a los métodos tradicionales, y resaltó que los mayores beneficios se dan cuando los estudiantes trabajan con problemas reales mediante ciclos de diseño e



indagación. De forma similar, Montuori, Gambarota, Altoé y Arfé (2024) señalaron que la enseñanza explícita del pensamiento computacional fortalece la resolución de problemas, la creatividad y la comprensión lógica, sobre todo cuando se usan metodologías activas acompañadas de mediación docente. Además, Li y Oon (2024) encontraron que las intervenciones CT–STEM mejoran tanto el rendimiento académico como las habilidades blandas, porque favorecen la transferencia de aprendizajes hacia distintos contextos. Esto sugiere que el trabajo por proyectos debe incluir tareas entre áreas que promuevan la cooperación, la comunicación y el análisis de sistemas, reforzando la empleabilidad técnica de los estudiantes.

Forsström y Bond (2024) resaltaron la necesidad de contar con instrumentos válidos para evaluar el pensamiento computacional y recomendaron combinar productos tangibles, autoevaluaciones y observaciones docentes. Estas orientaciones apoyan el diseño de las rúbricas del proyecto, asegurando coherencia y objetividad en la valoración de los procesos. Además, Sun, Yang y Becker (2024) mostraron que la enseñanza del debugging o depuración de errores favorece la autonomía y la comprensión de los estudiantes, sobre todo cuando se usan guías de errores comunes y ciclos de prueba y verificación, estrategias que son útiles para fortalecer la autogestión del aprendizaje técnico en simulaciones y prácticas eléctricas. Xu y Ouyang (2024) concluyeron que la robótica educativa tiene efectos moderados y sostenidos sobre el rendimiento y la motivación, especialmente cuando el docente actúa como facilitador, lo que respalda el uso de simuladores eléctricos y microcontroladores en el aula-taller para generar experiencias seguras y significativas. Por último, Zhu, Liu y Zhang (2025) confirmaron que el enfoque STEM produce mejoras importantes en aprendizaje y motivación, sobre todo en la educación secundaria, lo que valida su pertinencia para la media técnica, donde los estudiantes ya cuentan con bases conceptuales y habilidades prácticas.

Yeni, Grgurina, Saeli, Hermans y Barendsen (2024) analizaron más de cien experiencias de integración del pensamiento computacional en el currículo escolar y concluyeron que los mejores resultados se obtienen cuando los objetivos de PC se expresan de manera explícita dentro de cada disciplina. Esta idea refuerza la estructura de la estrategia pedagógica implementada en la IERD Peñas, que integra los procesos de descomposición, patrones, abstracción y algoritmos dentro de los proyectos eléctricos. Además, la UNESCO-UNEVOC (2022) destaca en su estrategia global para la educación técnica y tecnológica (TVET 2022–2029) la importancia de conectar la formación profesional con la sostenibilidad, la digitalización y la transición energética, lo que da respaldo internacional al proyecto al



promover la enseñanza de la electricidad desde una perspectiva innovadora, responsable y ajustada a las realidades rurales.

En el contexto nacional, los lineamientos recientes del Ministerio de Educación Nacional (2025) consolidan un marco pedagógico que respalda la integración del enfoque STEM con el pensamiento computacional en la educación media. El enfoque educativo STEM+ une las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con la formación docente y con las particularidades de cada territorio, fortaleciendo la pertinencia de los procesos formativos y su relación con las necesidades del entorno. Este marco conceptual sirve de base para el presente proyecto, porque orienta la implementación de la estrategia STEM-PC en la especialidad de Electricidad de la IERD Peñas. Además, el Ministerio de Educación Nacional (2023) actualizó las orientaciones pedagógicas para la educación media técnica, reforzando la unión entre educación, sector productivo y desarrollo local, principio que sostiene la pertinencia de los proyectos técnicos escolares.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2025) impulsó la estrategia Colombia Programa, orientada a promover el pensamiento computacional en instituciones públicas mediante guías, materiales didácticos y recursos adaptados a zonas rurales. Además, esta iniciativa se complementa con el trabajo del British Council Colombia (2024), en alianza con el MEN y el MinTIC, que promueve la equidad de género, la inclusión y el trabajo colaborativo entre docentes para fortalecer las competencias digitales. También, los reportes del Ministerio TIC (2025) muestran la validación de más de 79 guías y la creación de 420 nodos regionales de pensamiento computacional, lo que ubica el proyecto dentro de una red nacional de innovación educativa y facilita el intercambio de experiencias significativas.

A nivel regional, la Gobernación de Cundinamarca (2025) puso en marcha el programa Aulas STEM, destinado a crear cien espacios de innovación con enfoque rural y equidad educativa, consolidando una política pública que impulsa la modernización pedagógica. Además, este programa se une al Plan de Desarrollo Departamental 2024–2028 “Compromiso total por Cundinamarca” (Gobernación de Cundinamarca, 2024), que reconoce la educación técnica como un motor del desarrollo económico y social. En este contexto, la propuesta pedagógica desarrollada en la IERD Peñas se ajusta a los propósitos de productividad y sostenibilidad definidos a nivel territorial.

El Departamento Nacional de Planeación (2024), a través de la ficha TerriData de Cucunubá, muestra que la economía local se basa en la minería y en la pequeña agricultura, y que existen limitaciones en conectividad y acceso educativo. Este diagnóstico explica la necesidad de contar con



estrategias pedagógicas flexibles y adaptadas al contexto rural. Además, la Fundación Empresarios por la Educación (2024) advierte que hay brechas de aprendizaje y de formación docente en las zonas rurales del departamento, lo que refuerza la pertinencia de proyectos innovadores como STEM-PC para mejorar la calidad educativa y la equidad territorial. En conjunto, estos antecedentes nacionales y regionales ofrecen un marco sólido que respalda el diseño e implementación del proyecto, al relacionar las políticas públicas actuales con la práctica educativa local. La convergencia de estos lineamientos con la realidad de la IERD Peñas demuestra que la educación técnica rural puede ser un espacio de innovación, desarrollo de competencias del siglo XXI y promoción de aprendizajes significativos apoyados por la tecnología y el pensamiento computacional.

En el ámbito local, la política educativa de Cucunubá orienta sus esfuerzos hacia la pertinencia y el fortalecimiento de la educación técnica. El Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027 (Alcaldía de Cucunubá, 2024) reconoce la vocación minera y agropecuaria del territorio y promueve la formación técnica unida a las necesidades del entorno productivo. Este lineamiento es clave para contextualizar la estrategia STEM-PC dentro de los objetivos de desarrollo local, garantizando que las prácticas pedagógicas respondan a la realidad económica y social del municipio. Además, la Agencia Nacional de Minería (2024) recoge las expectativas de las comunidades de Cucunubá frente a la actividad extractiva y resalta la necesidad de mejorar las prácticas seguras y sostenibles. Estos hallazgos sirven como punto de partida para definir retos STEM orientados a la seguridad eléctrica y al uso responsable de la energía. También, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR (2025) subraya los impactos ambientales de la minería y la importancia de cumplir con la normatividad, lo que refuerza la incorporación de criterios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en los procesos formativos del área técnica.

Además, la Unidad de Planeación Minero-Energética (2024) presenta datos actualizados sobre la producción y el empleo en el sector minero, y destaca la creciente demanda de técnicos en electricidad y mantenimiento industrial. Este panorama confirma la pertinencia laboral del proyecto en la IERD Peñas, porque prepara a estudiantes con competencias que pueden aplicarse a las exigencias del entorno regional. Estas fuentes locales fortalecen la base contextual del proyecto STEM-PC, orientado a formar estudiantes capaces de entender los desafíos de su entorno y proponer soluciones técnicas sostenibles. En general, la revisión —desde lo internacional hasta lo local— muestra un consenso sobre el impacto positivo del enfoque STEM y del pensamiento computacional cuando se aplican en contextos reales, entre áreas y con



evaluación formativa. Sin embargo, todavía existen brechas en la formación docente situada, en el acceso a recursos tecnológicos y en la evaluación sistemática del pensamiento computacional en zonas rurales.

En este marco, la estrategia pedagógica desarrollada en la IERD Peñas se consolida como una respuesta práctica e innovadora frente a estas brechas, porque une el currículo, el contexto y la tecnología mediante retos STEM–PC orientados a la seguridad eléctrica, la sostenibilidad y la eficiencia energética. Así, contribuye a una educación técnica pertinente, equitativa y comprometida con el desarrollo regional y con la transformación educativa del territorio.

## **5.4 Marco Teórico**

### **Introducción**

El presente marco teórico sostiene el diseño, la implementación y el análisis de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y en la organización del pensamiento computacional para fortalecer los proyectos de la media técnica en electricidad de la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (Cucunubá, Cundinamarca). Su propósito es definir los fundamentos teóricos que orientan la comprensión de las categorías centrales del estudio: el enfoque STEM en la educación técnica, el pensamiento computacional como competencia transversal, la enseñanza de la electricidad mediante el aprendizaje basado en proyectos, la innovación pedagógica y la evaluación en entornos técnicos, y la pertinencia territorial de la educación técnica.

Estas categorías se relacionan entre sí para explicar cómo la integración de saberes científicos, tecnológicos y metodológicos puede transformar la práctica educativa rural, y favorecer el desarrollo de competencias laborales y cognitivas en los estudiantes. Con la revisión de literatura reciente (2019–2025) y de los lineamientos institucionales y normativos nacionales, este marco teórico busca unir la reflexión pedagógica con la acción práctica y situar la propuesta dentro de un modelo de innovación educativa contextualizada y sostenible.

La relación entre el enfoque STEM y el pensamiento computacional se entiende aquí como un eje integrador que permite estructurar procesos técnicos basados en la resolución de problemas reales, la secuenciación lógica, la creatividad y la reflexión crítica. Estos principios, ajustados a las condiciones del entorno minero–industrial y agrícola de Cucunubá, orientan la propuesta hacia una formación técnica con sentido social, pertinente y de calidad.

### **Enfoque STEM en la educación técnica y tecnológica**



El enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) se ha consolidado en la última década como un paradigma educativo orientado a integrar saberes y resolver problemas reales mediante la aplicación práctica del conocimiento científico y tecnológico (Bybee, 2013; Honey, Pearson y Schweingruber, 2014). Este enfoque rompe con la enseñanza fragmentada de las disciplinas y propone experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes diseñan, construyen y evalúan soluciones a situaciones del entorno.

De acuerdo con Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios y Vilchez-González (2019), el enfoque STEM impulsa una educación interdisciplinaria que combina teoría y práctica y genera aprendizajes significativos que fortalecen las habilidades del siglo XXI. Además, no se trata solo de integrar contenidos de ciencia o tecnología, sino de desarrollar competencias como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración y la comunicación técnica.

Bybee (2013) plantea que la esencia del enfoque STEM está en la conexión entre la escuela y la vida cotidiana. Con proyectos de diseño, experimentación y modelado, los estudiantes aprenden a aplicar principios científicos y tecnológicos en contextos concretos. En la educación técnica, esta perspectiva es especialmente pertinente porque permite unir la formación académica con los procesos productivos del entorno.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (2025) definió el enfoque STEM+ como una estrategia pedagógica que incluye, además de las áreas científicas, las dimensiones sociales, artísticas y humanas, con el fin de promover una formación integral orientada a la innovación y a la sostenibilidad. Este modelo destaca la importancia de la pertinencia contextual, la equidad de género y la inclusión, aspectos que son fundamentales para fortalecer la educación rural.

La aplicación del enfoque STEM en instituciones de carácter técnico ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar la motivación y el rendimiento estudiantil (Zhu, Liu y Zhang, 2025). Además, estudios recientes muestran que la enseñanza integrada STEM aumenta la comprensión conceptual, la capacidad de transferir el conocimiento y la autonomía del estudiante (Zhou, Dong, Wang y Chiu, 2025). Estos hallazgos coinciden con las observaciones realizadas en la IERD Peñas, donde la implementación de proyectos integrados permitió que los estudiantes entendieran la relación entre la teoría, la práctica y el contexto social.

En el ámbito técnico, la integración de la ingeniería dentro del modelo STEM cumple un papel central. Según Honey et al. (2014), el componente de ingeniería funciona como articulador del



aprendizaje porque exige diseñar, probar y mejorar prototipos. Este proceso —muy parecido al desarrollo de proyectos eléctricos— permite que los estudiantes apliquen conocimientos de física, matemáticas y tecnología para crear soluciones concretas.

El enfoque STEM también responde a las demandas del mercado laboral actual, que requiere profesionales capaces de adaptarse, innovar y resolver problemas de manera creativa. UNESCO-UNEVOC (2022) señala que la educación técnica y tecnológica debe unir la ciencia y la ingeniería con la sostenibilidad ambiental y la digitalización. Este lineamiento refuerza la pertinencia del proyecto de la IERD Peñas, donde los estudiantes trabajan retos técnicos relacionados con la energía, la eficiencia y la seguridad eléctrica en un entorno minero-industrial.

En conclusión, el enfoque STEM es un marco conceptual sólido que permite repensar la enseñanza técnica como un proceso de investigación aplicada. Además, su adopción en contextos rurales promueve la inclusión y la equidad, porque brinda a los estudiantes herramientas para entender y transformar su entorno mediante la ciencia y la tecnología.

### **Pensamiento computacional como competencia transversal**

El pensamiento computacional (PC) ha surgido en los últimos años como una competencia clave del siglo XXI, necesaria no solo en programación o informática, sino también en todos los campos del conocimiento. Jeanette Wing (2006, 2017) lo definió como un proceso cognitivo que permite formular problemas y diseñar soluciones de manera lógica y secuencial, usando conceptos inspirados en la ciencia de la computación. Esta capacidad implica analizar, abstraer, descomponer, automatizar y evaluar procesos, lo que lo convierte en una herramienta transversal aplicable a cualquier disciplina.

En la educación, el pensamiento computacional se entiende como una forma de razonamiento estructurado que ayuda a organizar las ideas y a tomar decisiones informadas (Grover y Pea, 2013). Para Bers (2022), el pensamiento computacional no se limita al uso de dispositivos o lenguajes de programación, sino que es una manera de pensar que impulsa la creatividad, la ética y la resolución de problemas complejos. Desde esta perspectiva, el PC se considera una competencia cognitiva, social y ética que es esencial para la ciudadanía digital.

En el contexto educativo colombiano, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2025) ha impulsado el programa Colombia Programa, que promueve la enseñanza del pensamiento computacional en las instituciones públicas mediante guías pedagógicas y procesos de formación docente. Además, estas políticas buscan democratizar el acceso a las competencias



digitales y fomentar la innovación desde los entornos escolares, sobre todo en zonas rurales con limitaciones tecnológicas.

La investigación educativa reciente ha mostrado que la enseñanza explícita del pensamiento computacional mejora el desempeño en la resolución de problemas y el desarrollo del razonamiento lógico (Montuori, Gambarota, Altoé y Arfé, 2024). Según estos autores, cuando el PC se enseña con metodologías activas y actividades de diseño, también se fortalece la motivación y la autoconfianza de los estudiantes. Además, Li y Oon (2024) muestran que el PC potencia habilidades transversales —como la comunicación, la colaboración y la autorregulación— al fomentar el trabajo en equipo y la reflexión metacognitiva.

Los componentes básicos del pensamiento computacional, ampliamente reconocidos en la literatura (Wing, 2017; Bocconi et al., 2016), son: descomposición (dividir un problema en partes manejables), reconocimiento de patrones, abstracción (identificación de los elementos esenciales) y algoritmización (diseñar pasos secuenciales para resolver un problema). A estos se suma la depuración o debugging, entendida como la revisión y corrección de errores para mejorar el proceso (Sun, Yang y Becker, 2024).

En la educación técnica, estos componentes se integran de manera natural en las tareas propias de la electricidad y la electrónica. Cada proyecto técnico —desde la construcción de un circuito hasta la instalación de un sistema eléctrico— requiere identificar variables, planear secuencias de trabajo, detectar fallas y mejorar resultados, lo cual coincide totalmente con los principios del pensamiento computacional (Forsström y Bond, 2024). Por eso, su enseñanza explícita en la media técnica no solo desarrolla habilidades cognitivas, sino también competencias laborales alineadas con las Normas de Competencia Laboral (SENA, 2023).

La integración del pensamiento computacional al enfoque STEM se conoce como CT-STEM, una tendencia creciente en la investigación educativa que busca unir la resolución de problemas computacionales con la experimentación científica y el diseño de ingeniería (Li y Oon, 2024). Esta integración permite que los estudiantes entiendan los sistemas desde una mirada sistémica, identifiquen patrones en fenómenos físicos o eléctricos y generen modelos predictivos o automatizados.

En contextos rurales como Cucunubá, el pensamiento computacional adquiere un valor estratégico. La limitada disponibilidad de recursos digitales impulsa el desarrollo del PC de manera desconectada, es decir, sin depender de dispositivos o conexión a internet, mediante ejercicios de lógica,



algoritmos en papel y simulaciones análogas (Bers, 2022). Este enfoque, además de ser inclusivo, fortalece la capacidad de planear, el trabajo colaborativo y la comprensión de los procesos técnicos desde un pensamiento ordenado y analítico.

La incorporación del pensamiento computacional en los proyectos de la media técnica en electricidad, como propone la estrategia STEM-PC de la IERD Peñas, permite que los estudiantes aborden la solución de problemas eléctricos con una estructura lógica. Esto mejora la secuenciación de procesos, la interpretación de esquemas, la identificación de errores y la documentación de resultados. Por eso, el PC no se limita a una habilidad digital, sino que se convierte en una herramienta cognitiva que ayuda a pensar, diseñar y actuar con criterio técnico y reflexivo.

En síntesis, el pensamiento computacional, entendido como una competencia transversal, se presenta como un puente entre el razonamiento lógico y la creatividad técnica. Además, su integración en la educación técnica rural fortalece la capacidad de los estudiantes para analizar, planear y ejecutar proyectos complejos, preparándolos para un mundo laboral cada vez más automatizado y orientado al pensamiento sistémico.

### **Enseñanza de la electricidad desde el aprendizaje basado en proyectos**

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) se ha consolidado como una metodología activa que pone al estudiante en el centro del proceso formativo y lo convierte en protagonista de su propio aprendizaje. Según Thomas (2000), el ABP consiste en desarrollar un proyecto complejo que incluye investigación, diseño y producción, orientado a resolver un problema real y significativo. En este modelo, el conocimiento se construye alrededor de una meta tangible, lo que fomenta la autonomía, la colaboración y la aplicación de saberes entre áreas.

Desde la perspectiva de Hmelo-Silver (2017), el ABP impulsa la motivación interna y ayuda al desarrollo de habilidades cognitivas más complejas, como el razonamiento causal y la capacidad de transferir lo aprendido. En este modelo, el rol del docente cambia: deja de ser quien transmite contenidos y pasa a ser un mediador y facilitador que acompaña el proceso de reflexión y resolución de problemas. En la educación técnica, este cambio es clave, porque las competencias laborales exigen que los estudiantes entiendan los principios que sustentan su práctica y puedan adaptarse a nuevos escenarios tecnológicos.



El enfoque STEM se relaciona de forma natural con el ABP, porque ambos comparten la idea de “aprender haciendo” y le dan prioridad a resolver problemas mediante el diseño de soluciones funcionales (Bybee, 2013). Incluir el ABP en la enseñanza de la electricidad permite unir los componentes de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en experiencias concretas. Por ejemplo, cuando un grupo de estudiantes de la IERD Peñas diseña un sistema de iluminación eficiente para los pasillos del colegio, no solo aplica la ley de Ohm o el cálculo de potencia, sino que también realiza mediciones, analiza consumos y hace simulaciones digitales, combinando teoría y práctica dentro del ciclo STEM-PC.

De acuerdo con Honey, Pearson y Schweingruber (2014), el valor del ABP está en que les da a los estudiantes la oportunidad de enfrentar desafíos abiertos, donde deben investigar, tomar decisiones y justificar sus elecciones técnicas. En la especialidad de electricidad, esta metodología ayuda a fortalecer el pensamiento crítico, la planificación paso a paso y la documentación cuidadosa, aspectos que van muy en línea con los componentes del pensamiento computacional (Wing, 2017). Cada proyecto técnico —desde el diseño de un circuito de control hasta la elaboración de un tablero de potencia— exige dividir el problema, reconocer patrones de conexión, abstraer la estructura general y definir un algoritmo de montaje, lo que muestra una integración pedagógica entre STEM, PC y ABP.

Martín-Páez et al. (2019) señalan que el ABP ayuda al desarrollo de competencias STEM siempre y cuando haya un equilibrio entre el conocimiento conceptual y la aplicación práctica. Pero si el proyecto se queda solo en la ejecución técnica sin reflexión, se pierde su potencial educativo. Por eso, en la estrategia implementada en la IERD Peñas, cada fase del proyecto —diagnóstico, diseño, implementación y socialización— se trabaja con guías y rúbricas que acompañan la reflexión y la evaluación formativa, lo que asegura que el aprendizaje vaya más allá del producto final.

La evidencia empírica apoya esta articulación. Zhou et al. (2025) mostraron que la enseñanza STEM basada en proyectos aumenta el rendimiento académico y la retención del conocimiento frente a los métodos expositivos. Además, Xu y Ouyang (2024) comprobaron que usar tecnologías como la robótica o la simulación mejora la comprensión de los procesos eléctricos, ya que ofrece entornos de experimentación controlada. En la IERD Peñas, los estudiantes han utilizado simuladores como Tinkercad o AutoCAD educativo para probar sus diseños antes de llevarlos al taller, una práctica que reduce errores y ayuda a depurar de manera lógica los sistemas, en línea con el componente de “debugging” descrito por Sun, Yang y Becker (2024).



El ABP también fortalece la formación ética y ambiental, dimensiones que hoy son fundamentales en la educación técnica. La UNESCO-UNEVOC (2022) insiste en que los proyectos deben incluir criterios de sostenibilidad y responsabilidad social. En Cucunubá, donde la economía local depende de la minería y la agricultura, los proyectos eléctricos se enfocan en el ahorro de energía, la seguridad en el trabajo y la reutilización de materiales, lo que ayuda a generar conciencia sobre el impacto ambiental de la actividad técnica. Así, estas acciones ponen en práctica el principio de pertinencia que caracteriza a la educación rural contemporánea (MEN, 2025).

Finalmente, el aprendizaje basado en proyectos en el área de electricidad ayuda a la profesionalización temprana del estudiante, porque reproduce dinámicas muy parecidas a las del mundo laboral. El trabajo en equipo, la presentación de resultados y la defensa oral de los proyectos fortalecen habilidades comunicativas y sociales que complementan la formación técnica. Así, la metodología ABP no solo mejora la calidad del aprendizaje, sino que también refuerza la identidad del estudiante como técnico en formación, capaz de innovar desde su propio contexto.

### **Innovación pedagógica y evaluación en entornos técnicos**

La innovación pedagógica en la educación técnica se entiende como un proceso de transformación que invita a revisar las prácticas docentes, integrar nuevas metodologías y darle un nuevo sentido al papel de la evaluación en la formación de los estudiantes. Hargreaves y Fullan (2012) señalan que la mejora educativa sostenible solo es posible cuando el cambio pedagógico nace dentro de las comunidades escolares y se fortalece con el desarrollo del capital profesional docente, es decir, el conocimiento, el compromiso y el trabajo conjunto entre maestros. Desde esta perspectiva, la innovación no se limita a meter tecnologías o materiales nuevos, sino que implica un cambio cultural en la forma de enseñar, aprender y evaluar.

En la educación técnica, la innovación pedagógica tiene un papel clave porque permite responder a los cambios del mundo laboral y a las necesidades de cada territorio. Según la UNESCO-UNEVOC (2022), los entornos de formación técnica deben integrar principios de sostenibilidad, digitalización y justicia social. Esto implica promover pedagogías activas y colaborativas que apoyen el aprendizaje situado, el trabajo entre áreas y la resolución de problemas reales. Por eso, el enfoque STEM-PC se vuelve una herramienta muy útil para renovar la enseñanza técnica, ya que mezcla ciencia, ingeniería y pensamiento lógico con metodologías activas de diseño y evaluación.

La evaluación, en este contexto, deja de verse como un acto de medición final y pasa a convertirse en un proceso de acompañamiento y construcción de sentido. Tobón (2017) plantea que la evaluación por competencias debe ser formativa, integral y contextualizada, teniendo en cuenta los tres ejes del saber: conocer, hacer y ser. Desde esta mirada, la evaluación en los proyectos de electricidad no se queda solo en revisar si el circuito funciona, sino que también valora la planificación, la argumentación y la capacidad del estudiante para pensar sobre su propio aprendizaje. Este enfoque se refleja en las rúbricas creadas dentro de la estrategia STEM-PC, donde cada instrumento —la ficha de reto, la infografía, la maqueta y la presentación— tiene criterios que orientan la autoevaluación y la coevaluación entre compañeros.

Para García-Peñalvo (2020), la transformación digital en la educación no se trata solo de usar herramientas tecnológicas, sino de construir una cultura de innovación y apertura al cambio. En contextos rurales como el de Cucunubá, donde la conectividad es limitada, la innovación aparece en la creatividad para adaptar recursos y en la capacidad del docente para acompañar el aprendizaje con herramientas accesibles. Este tipo de innovación “desde la práctica” permite crear soluciones pedagógicas que son viables, sostenibles y coherentes con el entorno, lo que refuerza el carácter contextualizado del proyecto desarrollado en la IERD Peñas.

La investigación de Forsström y Bond (2024) advierte que muchos procesos de enseñanza innovadores fallan por no contar con mecanismos de evaluación acordes con sus propósitos. Por eso, en la estrategia STEM-PC, la evaluación se incluye desde el comienzo del proceso: cada fase (diagnóstico, diseño, implementación y socialización) tiene criterios de revisión y retroalimentación. Esta mirada se conecta con los aportes de Hmelo-Silver (2017), quien resalta que la retroalimentación constante y la reflexión metacognitiva son claves para consolidar aprendizajes duraderos en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos.

La innovación pedagógica también implica un cambio en la gestión institucional. Perrenoud (2004) y Hargreaves (2019) señalan que las innovaciones solo perduran cuando se vuelven parte de la institución, es decir, cuando la escuela las asume como parte de su cultura y las integra a su modelo pedagógico. En la IERD Peñas, la validación conjunta de los instrumentos STEM-PC por parte de docentes y directivos es un paso importante hacia la consolidación de una cultura de innovación educativa rural. Este proceso, más que tecnológico, es humano: fortalece la cooperación, la reflexión y el sentido de pertenencia institucional.



Asimismo, la innovación pedagógica en entornos técnicos también debe tener en cuenta la formación ética y ciudadana del estudiante. Como dice Bers (2022), la educación tecnológica debe ayudar a los jóvenes a entender los valores que hay detrás del uso del conocimiento científico y de la creación de soluciones tecnológicas. En los proyectos eléctricos, esta dimensión se refleja en la responsabilidad frente a la seguridad, el ahorro de energía y el impacto ambiental. Por eso, la innovación no se queda solo en la eficiencia técnica, sino que también abarca la formación integral del estudiante como ciudadano crítico y comprometido con su comunidad.

En síntesis, la innovación pedagógica y la evaluación auténtica son pilares del modelo STEM-PC. Las dos buscan que los estudiantes aprendan haciendo, reflexionando y mejorando, dentro de un ciclo continuo de retroalimentación que mezcla el pensamiento lógico con la creatividad técnica. En zonas rurales, esta visión se vuelve una oportunidad para transformar la educación técnica en un espacio de investigación, creación y desarrollo local, donde la calidad educativa se entiende como pertinencia y coherencia con la realidad social.

### **Pertinencia y articulación territorial de la educación técnica**

La pertinencia de la educación técnica tiene que ver con su capacidad de responder a las necesidades sociales, productivas y culturales de una comunidad. En territorios rurales como Cucunubá, esta pertinencia se refleja en la relación directa entre la formación escolar y los sectores económicos principales: la minería, la pequeña agroindustria y los servicios locales. El Ministerio de Educación Nacional (2023) señala que la educación media técnica debe enfocarse en fortalecer la productividad y la sostenibilidad, uniendo la escuela con el entorno y promoviendo la empleabilidad juvenil. Esta orientación va en la misma línea de la misión de la Institución Educativa Rural Departamental Peñas, cuyo programa de electricidad busca preparar a los estudiantes para trabajar en los campos de la energía, la automatización y el mantenimiento industrial.

La Gobernación de Cundinamarca (2025) reconoce en su Plan de Desarrollo 2024–2028 que la educación técnica es un motor clave para el progreso del departamento, sobre todo en zonas rurales, donde el conocimiento aplicado puede generar alternativas de desarrollo sostenible. En este contexto, el enfoque STEM-PC toma un sentido estratégico, porque permite contextualizar la enseñanza técnica a través de proyectos que atienden problemáticas locales como la seguridad eléctrica en minas, el uso eficiente de la energía o la instalación de sistemas fotovoltaicos para viviendas rurales. Estos proyectos no solo fortalecen la formación técnica, sino que también aportan soluciones concretas al territorio.



La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2024) señala que Cundinamarca es uno de los departamentos con más actividad minera del país, lo que trae tanto oportunidades de empleo como retos ambientales y tecnológicos. Este contexto exige técnicos en electricidad que entiendan los riesgos, los procedimientos de seguridad y la importancia de la sostenibilidad energética. Por eso, la educación técnica, al integrar el enfoque STEM, puede responder a estas necesidades, generando conocimiento local y promoviendo una minería más responsable e innovadora.

De igual forma, la UNESCO-UNEVOC (2022) subraya que los programas de formación técnica deben alinearse con las metas de desarrollo sostenible y apoyar la transición hacia economías verdes y digitales. Por eso, la educación técnica rural debe entenderse como un espacio de transformación social, donde la escuela sirva de puente entre el conocimiento académico y la vida productiva. En esta línea, el modelo STEM-PC implementado en la IERD Peñas no solo responde a la necesidad de mejorar la calidad de los proyectos de grado, sino que también aporta al desarrollo del territorio al formar estudiantes con visión crítica, capacidad de innovación y compromiso ambiental.

El Departamento Nacional de Planeación (2024) y la Alcaldía de Cucunubá (2024) coinciden en que la diversificación económica y la formación para el trabajo son pilares del desarrollo local. En este contexto, la media técnica en electricidad cumple un papel clave al darle a los jóvenes herramientas para participar de manera activa en los sectores productivos del municipio. Con la metodología STEM-PC, los estudiantes aprenden a identificar necesidades del entorno, diseñar soluciones técnicas viables y comunicarlas con rigor profesional. Este enfoque no solo favorece la inserción laboral, sino que también impulsa la continuidad educativa hacia programas tecnológicos y universitarios relacionados.

La articulación territorial de la educación técnica no se queda solo en lo económico; también incluye dimensiones culturales y comunitarias. Como dice Tobón (2017), la formación por competencias debe unir el saber con el ser y el hacer, promoviendo el sentido ético y la responsabilidad social. En la práctica, esto se ve en proyectos donde los estudiantes diseñan soluciones que benefician directamente a su comunidad, fortaleciendo la identidad local y el trabajo colectivo. Por ejemplo, en la IERD Peñas, algunos proyectos han trabajado en la instalación de sistemas de alumbrado comunitario o en la mejora de redes eléctricas en espacios escolares, mostrando que la técnica puede convertirse en un instrumento de servicio público.

La pertinencia territorial también exige mantener un diálogo constante entre la escuela y los sectores productivos. La experiencia muestra que las instituciones técnicas que crean vínculos con empresas, cooperativas o asociaciones locales logran mejores resultados en empleabilidad y pertinencia



curricular (MEN, 2025). Por eso, la proyección del área técnica de electricidad hacia alianzas con talleres eléctricos, minas locales y programas de formación complementaria del SENA refuerza la sostenibilidad del modelo STEM-PC, asegurando que el proceso continúe más allá del aula.

Finalmente, la educación técnica rural debe entenderse como una forma de innovación social. No solo prepara a los estudiantes para el trabajo, sino que también los convierte en agentes de cambio que pueden aportar al bienestar de su comunidad. Como dice Hargreaves (2019), la escuela que innova desde su propio contexto no solo mejora sus resultados, sino que transforma las condiciones de vida de las personas que la rodean. En Cucunubá, la IERD Peñas refleja este principio: su modelo de enseñanza técnica basada en el enfoque STEM-PC muestra que la educación puede ser, al mismo tiempo, un proyecto pedagógico y un proyecto de desarrollo local.

## 5.5 Marco Conceptual

El desarrollo de este proyecto se apoya en varios conceptos que le dan sentido pedagógico y metodológico. Estas ideas no nacen solo de la teoría, sino también de la práctica educativa que se vive en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas), donde la enseñanza técnica en electricidad se ha convertido en un espacio de innovación, trabajo conjunto y aprendizaje con propósito. A continuación, se presentan las nociones que fundamentan la propuesta, integrando la mirada académica con la experiencia del aula rural en Cucunubá.

La estrategia pedagógica se entiende como el conjunto de decisiones que el docente planea e implementa de manera intencionada para favorecer el aprendizaje. No es solo un conjunto de actividades o métodos, sino una forma de orientar el proceso educativo según las necesidades del contexto y de los estudiantes. Para Tobón (2017), una estrategia pedagógica une el saber, el hacer y el ser, generando aprendizajes integrales y con sentido. En este proyecto, la estrategia se concreta mediante instrumentos creados desde la práctica docente —la ficha de reto, la infografía, la maqueta y la plantilla de presentación— que guían a los estudiantes en la formulación y el desarrollo de sus proyectos técnicos. Más que un procedimiento, es una manera de acompañar el aprendizaje, promoviendo autonomía y sentido en cada etapa del proceso.

La educación técnica rural cumple un papel clave en la formación de los jóvenes de zonas apartadas. Más allá de ofrecer competencias laborales, busca conectar el conocimiento con la vida diaria y con las oportunidades productivas del territorio. Según la UNESCO-UNEVOC (2022), la educación técnica debe responder a las necesidades locales, promoviendo la sostenibilidad, la inclusión y la



innovación. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (2023) destaca la importancia de articular la media técnica con los sectores económicos de cada región. En el caso de Cucunubá, donde predominan la minería, la pequeña industria y la agricultura, esta formación permite que los estudiantes entiendan su entorno y participen de manera activa en su transformación. Desde esta mirada, la educación técnica rural se asume como un proceso integral que une el conocimiento científico con la identidad cultural y el compromiso social.

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) propone una forma de aprender basada en integrar saberes y resolver problemas reales. Bybee (2013) señala que este enfoque une la teoría con la práctica, permitiendo que los estudiantes entiendan los fenómenos del mundo a través del diseño y la experimentación. Para Honey, Pearson y Schweingruber (2014), el valor del STEM está en su capacidad para impulsar la creatividad, la investigación y la innovación. En el área de electricidad, esto se ve en proyectos donde los estudiantes aplican conceptos de física, matemáticas y tecnología para diseñar soluciones útiles y ajustadas al contexto, como sistemas eléctricos seguros o propuestas de ahorro de energía. Así, el enfoque STEM se convierte en una herramienta pedagógica que fortalece el pensamiento crítico y la aplicación práctica del conocimiento técnico.

El pensamiento computacional es otra de las bases conceptuales del proyecto. Wing (2006) lo define como una forma de razonar que ayuda a organizar ideas, descomponer problemas, identificar patrones y formular soluciones paso a paso. Este tipo de pensamiento no se limita a la programación, sino que también aplica a cualquier proceso que requiera análisis y una planificación lógica. Estudios recientes (Montuori et al., 2024) muestran que el pensamiento computacional fortalece la creatividad y la autonomía cuando se trabaja con experiencias prácticas. En la especialidad de electricidad, aparece en la manera en que los estudiantes planifican circuitos, hacen diagramas o simulan procesos antes de ejecutarlos. Pensar de manera computacional es, en este sentido, organizar el trabajo técnico con orden, precisión y la capacidad de anticipar resultados.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es el eje metodológico de la propuesta. Thomas (2000) lo describe como una forma de aprender en la que los estudiantes adquieren conocimientos mientras desarrollan proyectos significativos que responden a preguntas o problemas del mundo real. Hmelo-Silver (2017) afirma que esta metodología fortalece la motivación y el pensamiento crítico, porque pone al estudiante en el centro del proceso educativo. En la IERD Peñas, el ABP permite unir la teoría con la práctica a través del diseño de soluciones técnicas, impulsando la investigación, la experimentación y el

trabajo en equipo. Los estudiantes aprenden haciendo y, al mismo tiempo, reflexionan sobre su propio proceso, lo que ayuda a lograr una comprensión más profunda y duradera.

F Finalmente, la innovación educativa se entiende como un proceso de mejora constante de las prácticas de enseñanza. Hargreaves y Fullan (2012) dicen que la innovación aparece cuando los docentes trabajan juntos, comparten experiencias y se atreven a transformar sus métodos. García-Peñalvo (2020) recuerda que innovar no es solo usar tecnología, sino adaptar los recursos disponibles a las realidades del aula y del territorio. En la IERD Peñas, la innovación educativa se ha hecho visible en la creación y validación de instrumentos pedagógicos diseñados desde la práctica, lo que ha permitido mejorar la coherencia metodológica y la participación de los estudiantes. En este proyecto, la innovación se asume como una construcción colectiva que nace de la reflexión docente y busca fortalecer la enseñanza técnica desde la creatividad y el compromiso social.

## 5.6 Marco Legal y Normativo

El proyecto se desarrolla dentro del marco jurídico que regula la educación en Colombia, especialmente la educación media técnica y la formación para el trabajo, donde convergen la ciencia, la tecnología y la innovación pedagógica. Las normas que se mencionan a continuación orientan la planeación, la implementación y la evaluación de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional (PC), asegurando que esté en línea con la legislación vigente y con las políticas nacionales de calidad educativa, desarrollo sostenible y pertinencia curricular.

**Tabla 2.** *Matriz legal y normativa del proyecto STEM-PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas (2025)*

<i>Ley o norma</i>	<i>Año</i>	<i>Descripción general</i>	<i>Artículo(s) que aplican</i>	<i>Aplicabilidad para el proyecto</i>
<i>Constitución Política de Colombia</i>	1991	Reconoce la educación como un derecho y un servicio público con función social, orientado al acceso al	Art. 67	Fundamenta el propósito del proyecto al vincular la educación con la ciencia y la tecnología, promoviendo el



		conocimiento, la ciencia, la técnica y los valores.		desarrollo integral de los estudiantes.
<i>Ley General de Educación – Ley 115</i>	1994	Establece los fines, niveles y modalidades del sistema educativo colombiano. La educación media técnica prepara al estudiante para el trabajo y la educación superior.	Arts. 32–35	Sustenta la especialidad de electricidad y la necesidad de articular los proyectos de grado con competencias laborales y saberes científicos.
<i>Decreto 1075 – Decreto Único Reglamentario del Sector Educación</i>	2015	Compila las normas del sector educativo y reglamenta la organización de los niveles de educación, incluyendo la media técnica.	Libro 2, Parte 3, Título 3, Cap. 5	Proporciona el marco legal para la organización del área técnica, los proyectos pedagógicos y la articulación con el sector productivo.
<i>Ley 30 – Educación Superior</i>	1992	Regula la educación superior en Colombia y promueve la articulación entre educación media, técnica y tecnológica.	Arts. 4, 5 y 7	Orienta la continuidad formativa de los egresados hacia programas técnicos y tecnológicos, coherente con el propósito del proyecto.
<i>Ley 749 – Formación Técnica y Tecnológica</i>	2002	Fomenta la formación por competencias y la articulación entre instituciones educativas y sector productivo.	Arts. 1, 2 y 9	Refuerza la pertinencia de la estrategia pedagógica STEM–PC como preparación para la formación técnica y tecnológica.
<i>Ley 1286 – Ciencia,</i>	2009	Declara la ciencia, la tecnología y la	Arts. 2 y 17	Justifica el uso del enfoque STEM y la



<i>Tecnología e Innovación</i>		innovación como ejes del desarrollo nacional.		incorporación del pensamiento computacional como competencias científicas y tecnológicas.
<i>Ley 1620 – Convivencia Escolar</i>	2013	Crea el Sistema Nacional de Convivencia Escolar, promoviendo ambientes de aprendizaje seguros, participativos e incluyentes.	Arts. 1–3	Apoya la implementación del trabajo colaborativo y las habilidades socioemocionales promovidas en la estrategia.
<i>Ley 1874 – Enseñanza de las Ciencias Naturales</i>	2017	Fortalece la enseñanza de las ciencias naturales y la apropiación del pensamiento científico en los diferentes niveles educativos.	Arts. 1 y 2	Respaldan el enfoque STEM en la enseñanza de la electricidad, promoviendo la experimentación y la indagación.
<i>Decreto 1330 – Aseguramiento de la Calidad de la Educación</i>	2019	Regula el sistema de aseguramiento de la calidad en la educación y fomenta la innovación en la práctica educativa.	Arts. 2.5.3.2.2.1 y ss.	Sustenta el proceso de evaluación y mejora continua de la estrategia pedagógica STEM–PC.
<i>Ley 2034 – Fomento de la Ciencia, la Tecnología e Innovación en Educación</i>	2020	Promueve la educación en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM) para la transformación educativa.	Arts. 3 y 4	Fundamenta el uso del enfoque STEM y la transversalidad de la innovación en el aula técnica.



<i>Resolución 2618 – MEN</i>	2022	Actualiza los lineamientos curriculares de la educación media y su articulación con la educación superior y el trabajo.	Art. 2	Permite contextualizar el currículo de electricidad en coherencia con el modelo STEM-PC.
<i>Ley 2300 – Educación para la Innovación y la Transición Energética</i>	2023	Impulsa la formación técnica en energías limpias, automatización y sostenibilidad ambiental.	Arts. 1–5	Relaciona directamente el área de electricidad con la transición energética y la educación técnica sostenible.
<i>Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”</i>	2023	Prioriza la educación técnica y tecnológica como base del desarrollo productivo, equidad social y sostenibilidad.	Eje 2, Cap. 3	Alinea el proyecto con la política nacional de educación técnica y de innovación en zonas rurales.
<i>UNESCO-UNEVOC: Estrategia TVET 2022–2029</i>	2022	Marco internacional para la educación técnica y la formación profesional, con enfoque en sostenibilidad e inclusión.	Sección 4	Complementa el proyecto con principios globales sobre formación técnica contextualizada y desarrollo sostenible.

**Nota.** *Elaboración propia (2025), con base en la revisión de la normativa vigente en educación, ciencia, tecnología e innovación aplicable al desarrollo del proyecto STEM-PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas.*

## 5.7 Marco Técnico

Se describen los procedimientos, los recursos, las herramientas y los soportes tecnológicos usados en el diseño y la implementación de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional (STEM-PC). Este componente es clave porque la propuesta reúne elementos de la ingeniería eléctrica, la simulación digital, la comunicación visual y la gestión del aprendizaje técnico en contextos rurales. Su desarrollo une métodos de análisis, diseño y validación propios de los proyectos tecnológicos educativos, combinando el trabajo de taller con herramientas digitales de libre acceso.

### 5.7.1. Método de análisis técnico

El punto de partida fue el diagnóstico institucional realizado durante el segundo semestre de 2024, donde se identificaron las debilidades técnicas y metodológicas de los proyectos de la media técnica en electricidad. Para analizar esta situación, se usó la observación directa, la revisión de proyectos anteriores y entrevistas semiestructuradas con docentes y estudiantes.

El procesamiento de la información permitió ver los factores críticos del proceso: desorganización en la planeación, falta de herramientas comunes, baja coherencia técnica entre las fases del proyecto y poco uso de recursos tecnológicos. Este análisis sirvió como base para diseñar los instrumentos pedagógicos, entendidos como componentes tecnológicos y metodológicos que ayudarían a organizar el trabajo técnico y a integrar el pensamiento computacional.

Las entrevistas semiestructuradas aplicadas a docentes y estudiantes dieron información adicional para entender de primera mano las dificultades en la organización, el desarrollo y la presentación de los proyectos de grado. Este material permitió confirmar los resultados del diagnóstico y complementar la identificación de necesidades técnicas y pedagógicas del área de Electricidad, lo que orientó el diseño de los instrumentos de la estrategia STEM-PC (véase Anexo 1).

(Véase el *Gráfico 1*, presentado en la sección de diagnóstico institucional, donde se sintetizan las causas técnicas y metodológicas que dieron origen al diseño de los instrumentos pedagógicos del proyecto.)

### 5.7.2 Método de desarrollo

El desarrollo de la estrategia pedagógica STEM-PC se basó en un método de diseño iterativo y participativo, característico de los proyectos tecnológicos con enfoque educativo. Se siguieron cuatro etapas complementarias:



**Diseño conceptual.** Se definieron los objetivos técnicos y pedagógicos, alineados con las Normas de Competencia Laboral del área eléctrica (SENA, 2023) y con las orientaciones del Ministerio de Educación Nacional.

**Prototipado y validación interna.** Se elaboraron versiones iniciales de los instrumentos (ficha, infografía, maqueta estructural y plantilla de presentación), probadas con docentes del área técnica y con estudiantes de grado 11.º, quienes ofrecieron observaciones para ajustar lenguaje, secuencia y contenidos. (véanse los Anexos 2 al 5).

**Implementación.** Los instrumentos fueron aplicados en el aula-taller durante el desarrollo de los proyectos de grado 2025, integrando simulaciones, prácticas de laboratorio y presentaciones técnicas.

**Evaluación y mejora.** Se realizaron ajustes finales según los resultados de la retroalimentación, incorporando rúbricas de evaluación y criterios de pensamiento computacional en cada fase del proceso.

Este método permitió construir una estrategia tecnológica con equilibrio entre rigor técnico, factibilidad institucional y pertinencia educativa, fortaleciendo la relación entre teoría, práctica y aplicación contextual.

**Figura 2.** Ciclo de desarrollo de la estrategia pedagógica STEM-PC



**Nota.** Elaboración propia (2025), con base en el desarrollo del proyecto STEM–PC en la IERD Peñas.

### ***5.7.3 Características técnicas de los instrumentos***

Cada instrumento desarrollado se concibe como una herramienta tecnológica y pedagógica con funciones específicas dentro del proceso formativo:

#### **Ficha de inscripción con reto STEM.**

La ficha de inscripción con reto STEM es el primer instrumento técnico–pedagógico de la estrategia STEM–PC. Su propósito es guiar al estudiante en la identificación de un problema real del entorno y en convertirlo en un reto técnico relacionado con el área de electricidad. Está elaborada en un formato editable (Word y PDF interactivo) y organiza la planeación inicial mediante campos para el título del proyecto, la fecha, los integrantes, la especialidad, el curso, el reto STEM, la formulación del problema, la justificación, el objetivo general, la descripción, el presupuesto y las validaciones institucionales.

El reto STEM es el núcleo del instrumento, porque orienta la aplicación de los principios del pensamiento computacional: descomposición del problema, identificación de patrones, abstracción de variables y diseño de algoritmos. Este proceso ayuda a que los estudiantes estructuren soluciones técnicas desde una lógica interdisciplinaria, uniendo ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Además de ordenar la planeación, la ficha invita a reflexionar sobre la pertinencia, el impacto y la viabilidad del proyecto dentro del contexto rural.

#### **Infografía del ciclo STEM–PC.**

La infografía del ciclo STEM–PC es un recurso visual elaborado en Canva y PowerPoint que guía las etapas del proceso técnico: diagnóstico, diseño, construcción y evaluación. Presenta de manera gráfica cómo cada disciplina aporta al proyecto: Ciencia (análisis de fenómenos energéticos), Tecnología (uso de software para modelar), Ingeniería (aplicación eléctrica) y Matemáticas (cálculo y verificación).

También integra las fases del pensamiento computacional —descomposición, patrones, abstracción y algoritmos—, lo que orienta la secuencia lógica para resolver los retos planteados. Además, promueve las competencias del siglo XXI.



Su uso permitió mejorar la comprensión del ciclo de diseño, fortalecer la autonomía de los estudiantes y afianzar la relación entre la teoría, la práctica y el contexto rural dentro de los proyectos de electricidad.

### **Maqueta estructural del proyecto (documento técnico).**

La maqueta estructural del proyecto es una plantilla digital que organiza el informe técnico de los estudiantes de la media técnica en electricidad. Su función es guiar la redacción y la presentación del proyecto, asegurando coherencia metodológica, claridad en la comunicación y una alineación constante con el enfoque STEM y el pensamiento computacional (PC).

La estructura está compuesta por capítulos que acompañan todo el proceso de investigación técnica: resumen y abstract, introducción, planteamiento del problema, marcos referenciales (teórico, legal y contextual), enfoque STEM y pensamiento computacional, metodología, marco empresarial, análisis FODA, conclusiones, referencias y anexos. Esta secuencia facilita la unión entre la planeación, la experimentación y la comunicación científica.

Cada sección de la maqueta está pensada para mostrar los componentes del pensamiento computacional, permitiendo que los estudiantes organicen su trabajo con base en la descomposición del problema, la identificación de patrones, la abstracción de procesos y la formulación de algoritmos técnicos. Al mismo tiempo, se integran los aportes de las áreas STEM: Ciencia (fundamentos eléctricos y energéticos), Tecnología (uso de software y simuladores), Ingeniería (diseño y construcción de prototipos) y Matemáticas (análisis de datos, cálculo y verificación).

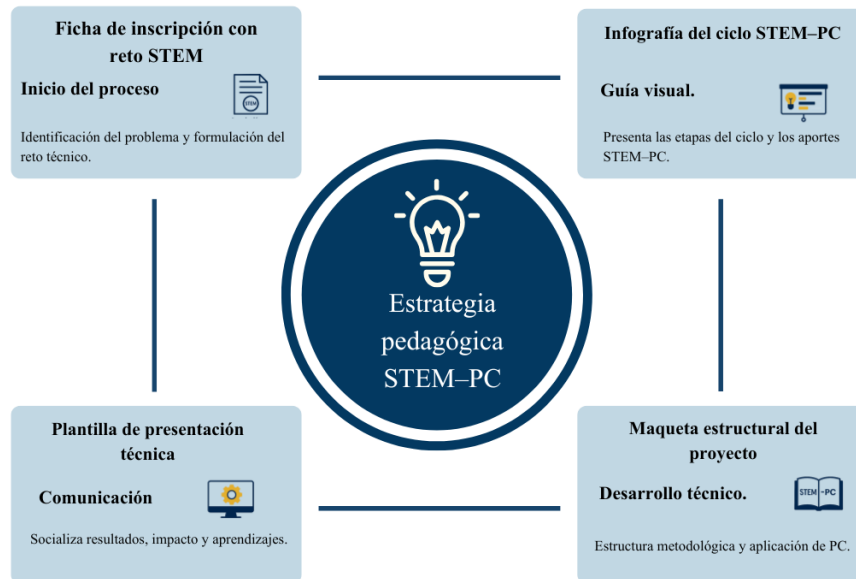
El documento también incluye indicadores de competencias del siglo XXI, que impulsan la creatividad, la colaboración, el pensamiento crítico, la responsabilidad social y la sostenibilidad como ejes de evaluación transversal. Su uso ha permitido unificar los criterios de presentación y fortalecer la capacidad de los estudiantes para documentar, justificar y comunicar técnicamente sus proyectos en contextos rurales.

### **Plantilla de presentación técnica.**

La plantilla digital para la sustentación oral del proyecto está elaborada en PowerPoint y Canva. Organiza los contenidos visuales en un máximo de 10 diapositivas y sigue criterios de comunicación técnica, claridad y diseño institucional. Incluye portada, problema, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y los logros del equipo.

Estos instrumentos son la base tecnológica de la estrategia STEM-PC y funcionan como un sistema integrado: la ficha orienta, la infografía guía, la maqueta concreta y la plantilla comunica.

**Figura 3.** Sistema de instrumentos pedagógicos STEM-PC



**Nota.** Elaboración propia (2025), con base en el desarrollo de la estrategia pedagógica STEM-PC en la IERD Peñas.

#### 5.7.4 Recursos y software utilizados

La implementación del proyecto combinó herramientas analógicas y digitales, seleccionadas por su accesibilidad y compatibilidad con el entorno rural. Los principales recursos tecnológicos fueron:

Tinkercad. Simulador de circuitos eléctricos y electrónicos en línea, utilizado para validar diseños antes de la práctica física.

- AutoCAD Educativo. Herramienta para la elaboración de planos eléctricos, esquemas de distribución y diagramas unifilares.
- Canva Educativo y PowerPoint. Empleados para el diseño de la infografía y las plantillas visuales, garantizando claridad comunicativa.



- Google Drive. Plataforma para almacenamiento, retroalimentación y trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes.
- Laboratorio de electricidad de la IERD Peñas. Equipado con multímetros, fuentes de alimentación, tableros, cableado y herramientas básicas para la construcción de prototipos.

El uso de estos recursos fortaleció las competencias digitales de los estudiantes y facilitó la integración del pensamiento computacional en el aprendizaje técnico, lo que ayudó a consolidar una práctica innovadora, sostenible y ajustada al contexto.

Además de los instrumentos pedagógicos diseñados, se creó un elemento distintivo que reforzó la identidad visual de la estrategia: el logotipo STEM-PC, elaborado por el equipo de docentes para representar la unión entre el enfoque STEM y el pensamiento computacional. Este emblema se usó en todos los materiales digitales e impresos del proyecto —fichas, infografías, maquetas y plantillas— y, más adelante, fue adoptado como el sello oficial de los proyectos técnicos de la media en electricidad, así como en actividades institucionales como el Primer Día STEM+.

**Figura 4** Logo oficial del proyecto STEM-PC  
(Elaboración propia, 2025, diseño de identidad visual para la estrategia pedagógica STEM-PC en la IERD Peñas).



*Nota.* El logotipo representa la sinergia entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas articuladas con el pensamiento computacional, simbolizando la innovación educativa y la apropiación institucional de la estrategia.

### 5.7.5 Mapa de contenido y funcionalidad

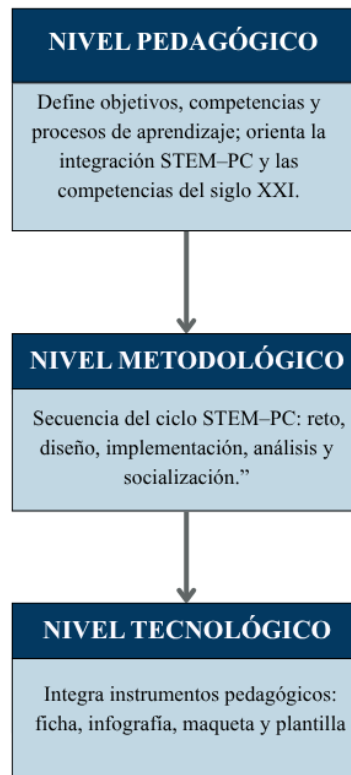
El mapa técnico del proyecto representa la interacción entre los componentes pedagógicos, metodológicos y tecnológicos de la estrategia STEM-PC. Su estructura se organiza en tres niveles jerárquicos:

Nivel pedagógico. Define los objetivos, competencias y procesos de aprendizaje, fomentando la interdisciplinariedad y la autonomía estudiantil.

Nivel metodológico. Establece la secuencia del ciclo STEM-PC: identificación del reto, diseño, implementación, análisis y socialización, integrando metodologías activas.

Nivel tecnológico. Integra los instrumentos pedagógicos y los recursos digitales empleados, articulando el aula-taller con entornos virtuales de aprendizaje.

**Figura 5.** Mapa de contenido y funcionalidad de la estrategia STEM-PC



**Nota.** Elaboración propia (2025), con base en la implementación de la estrategia pedagógica STEM-PC en la IERD Peñas.

El marco técnico muestra que el desarrollo de la estrategia STEM-PC responde a criterios de diseño tecnológico educativo, combinando innovación, sostenibilidad y una aplicación real en el aula. La integración de instrumentos digitales y analógicos permitió construir un modelo accesible y replicable en contextos rurales, fortaleciendo la enseñanza de la electricidad desde una perspectiva moderna, interdisciplinaria y con sentido.

El resultado final es una estrategia pedagógica técnicamente sólida y validada por la comunidad educativa, que demuestra que la educación técnica rural puede incorporar procesos de innovación tecnológica sin depender de grandes recursos, sino de planificación, creatividad y trabajo en equipo.

## **6. Marco Metodológico**

### **6.1 Categorización de la Realidad Educativa a Abordar:**

El proyecto se desarrolla en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD Peñas), ubicada en el municipio de Cucunubá, Cundinamarca, una institución pública rural adscrita a la Secretaría de Educación del departamento. Su modelo pedagógico está orientado a la formación integral y técnica, articulando la educación media con la formación laboral a través de la especialidad en Electricidad, reconocida oficialmente desde 2014. En este contexto, la media técnica se convierte en un espacio de aprendizaje significativo, donde se combina la teoría con la práctica y se forman estudiantes capaces de aplicar sus conocimientos a las realidades de su entorno social y productivo.

La realidad educativa de la institución presenta características particulares que definen las variables de análisis del proyecto. En primer lugar, la ruralidad trae desafíos relacionados con la conectividad, la disponibilidad de recursos tecnológicos y la formación docente en metodologías innovadoras. En segundo lugar, la vocación minero-industrial y agrícola del municipio crea un entorno productivo que demanda competencias técnicas aplicadas y conciencia ambiental. Finalmente, la estructura curricular de la institución, que exige desarrollar un proyecto de grado interdisciplinario en los grados 10.º y 11.º, hace necesaria una ruta pedagógica unificada que oriente, acompañe y evalúe estos procesos con criterios claros de calidad.

Durante el diagnóstico institucional realizado entre 2024 y 2025, se encontraron vacíos metodológicos en la planeación, el desarrollo y la evaluación de los proyectos de grado. Cada grupo de estudiantes trabajaba de manera empírica, sin una ruta común ni criterios técnicos compartidos. Esta situación generaba poca coherencia entre las fases del proyecto, baja articulación entre áreas y



dificultades para evaluar el pensamiento lógico y técnico. A partir de este diagnóstico, se identificaron las categorías centrales de análisis que sustentan la estrategia STEM-PC::

### ***6.1.1 Coherencia técnico–metodológica:***

Se refiere a la capacidad del proyecto para mantener una secuencia lógica entre la identificación del problema, el diseño, la ejecución y la evaluación del producto final. En la estrategia STEM-PC, esta coherencia se consigue con la aplicación ordenada de los instrumentos diseñados: la ficha de inscripción, la infografía del ciclo, la maqueta estructural y la plantilla de presentación (véanse los Anexos 2 al 5). Cada uno funciona como una fase que depende de las otras dentro del proceso formativo.

### ***6.1.2 Pensamiento computacional (PC):***

Constituye la categoría cognitiva central del proyecto. Se entiende como la habilidad de descomponer problemas, reconocer patrones, abstraer información relevante y diseñar soluciones mediante pasos o algoritmos. En la especialidad de Electricidad, el pensamiento computacional se ve cuando los estudiantes planifican sus proyectos con secuencias lógicas, simulaciones digitales y pruebas controladas. De esta manera, se impulsa un razonamiento ordenado que mejora la planeación, el desarrollo y la validación técnica de los proyectos.

### ***6.1.3 Enfoque STEM:***

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se convierte en el marco metodológico que integra los saberes técnicos y académicos. Su aplicación permite que los estudiantes entiendan la relación entre los principios científicos (Ciencia), el uso de herramientas digitales (Tecnología), el diseño y montaje de sistemas eléctricos (Ingeniería) y los cálculos necesarios para medir y optimizar (Matemáticas). Este enfoque impulsa la interdisciplinariedad y el aprendizaje basado en proyectos, acercando el conocimiento técnico a las condiciones del contexto local.

### ***6.1.4 Pertinencia educativa y contextualización:***

Esta categoría analiza la relación entre la formación técnica y las necesidades del entorno productivo de Cucunubá, marcado por la minería artesanal y la agricultura familiar. La estrategia STEM-PC busca que los proyectos de los estudiantes respondan a problemas reales del territorio, como el ahorro energético, la seguridad eléctrica y la sostenibilidad ambiental. De esta manera, se asegura una educación contextualizada y con sentido social.



### ***6.1.5 Competencias del siglo XXI:***

El proyecto incorpora las competencias definidas por la UNESCO (2021) para la educación técnica y tecnológica, centradas en el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración, la competencia digital y la conciencia ambiental. Estas competencias se desarrollan de forma transversal a través de las actividades incluidas en los instrumentos de la estrategia. Por ejemplo, la ficha impulsa la autonomía y la planificación; la infografía fortalece la comprensión visual y técnica; la maqueta refuerza la comunicación escrita; y la plantilla de presentación potencia la oratoria y la argumentación técnica.

### ***6.1.6 Comunicación técnica y trabajo colaborativo:***

La redacción del informe (maqueta estructural) y la exposición oral (plantilla de presentación) son indicadores de comunicación técnica. A la vez, el trabajo en grupo fortalece el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la gestión de conflictos, competencias claves para el desempeño laboral. El proyecto impulsa el liderazgo compartido y la responsabilidad colectiva mediante la definición de roles y la evaluación entre compañeros.

### ***6.1.7 Seguridad y sostenibilidad en la práctica técnica:***

La categoría de seguridad y sostenibilidad aborda la aplicación de normas técnicas, el uso responsable de materiales y la gestión de riesgos en el aula-taller. Por medio de listas de chequeo, simulaciones y maquetas, los estudiantes aprenden buenas prácticas de seguridad eléctrica y reconocen la importancia de la eficiencia energética y del cuidado del entorno.

En conjunto, estas categorías ofrecen una mirada integral del proceso educativo técnico, donde el aprendizaje deja de ser un ejercicio aislado y se convierte en una experiencia interdisciplinaria, organizada y relacionada con el contexto. La estrategia pedagógica STEM-PC, al incluir estas dimensiones, no solo busca fortalecer las competencias técnicas y digitales, sino también formar ciudadanos críticos, responsables y creativos, capaces de proponer soluciones sostenibles a los desafíos del territorio rural.

## **6.2 Enfoque de Investigación.**

El proyecto adopta un enfoque cualitativo aplicado, basado en comprender la realidad educativa a partir de las experiencias, percepciones y prácticas de quienes participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la media técnica de Electricidad de la IERD Peñas. Este enfoque es pertinente porque la intención no es medir logros de manera cuantitativa, sino entender los procesos, valorar los cambios en



las prácticas pedagógicas y analizar la coherencia metodológica que surge con la aplicación de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), la investigación cualitativa se caracteriza por centrarse en la interpretación de los fenómenos, tomando en cuenta las perspectivas de los participantes en su contexto natural. Esto permite construir significados a partir de lo que sucede en las interacciones reales. De esta manera, el aula-taller y los espacios institucionales se entienden como laboratorios de aprendizaje donde se observa, se analiza y se ajusta el comportamiento de los estudiantes frente a los retos técnicos y metodológicos del proyecto. Así, el investigador —que en este caso también es el docente orientador— asume un papel de acompañante reflexivo, promoviendo la mejora constante de la práctica.

Este enfoque se adapta muy bien a la naturaleza del proyecto, porque la estrategia STEM-PC se diseñó, aplicó y validó en un entorno real, con estudiantes, docentes y directivos. La intención principal es interpretar cómo los participantes comprenden, asimilan y aplican los principios del pensamiento computacional en la elaboración de los proyectos de grado. Por eso, la información recolectada proviene de fuentes como fichas de inscripción, infografías del ciclo STEM-PC, maquetas estructurales, plantillas de presentación, observaciones directas y entrevistas semiestructuradas, que muestran el proceso de transformación pedagógica.

El enfoque cualitativo, en este caso, se relaciona con una lógica inductiva, donde el conocimiento surge de la observación directa y la interpretación de los resultados obtenidos. La finalidad no es comprobar hipótesis, sino lograr comprensiones más profundas sobre la práctica educativa y sobre las condiciones que favorecen la implementación del enfoque STEM-PC en contextos rurales. Por eso, el análisis de datos se centra en identificar patrones de comportamiento, relaciones entre categorías y procesos de cambio observados en los equipos de estudiantes durante el desarrollo de sus proyectos.

La elección de este enfoque también responde a la necesidad de reconocer la diversidad de experiencias y los distintos ritmos de aprendizaje que se dan en el aula. Cada grupo de trabajo funciona como un microescenario de observación, donde las evidencias no aparecen en cifras, sino en la calidad de las interacciones, en la capacidad para argumentar decisiones técnicas y en el grado de apropiación del pensamiento computacional al resolver los retos eléctricos planteados. Esto hace que el estudio sea flexible, contextualizado y sensible a la realidad educativa.

A la vez, el enfoque cualitativo permite integrar la reflexión docente dentro del proceso investigativo, tomando la propia práctica como un objeto de análisis. En este sentido, la estrategia se entiende como una innovación pedagógica situada, que va evolucionando a medida que se aplica, se valida y se retroalimenta con la comunidad educativa. Las fases de diagnóstico, diseño, implementación y

evaluación no se asumen como pasos lineales, sino como un ciclo de mejora continua que nutre el aprendizaje institucional.

Por otra parte, el carácter aplicado del enfoque está en que los resultados esperados no solo buscan describir una realidad, sino proponer una transformación concreta: adoptar un modelo de trabajo que fortalezca la coherencia técnica, la comunicación científica y la autonomía de los estudiantes. Este componente transformador diferencia el proyecto de una simple observación descriptiva y lo convierte en una investigación–acción orientada a resolver un problema educativo real.

Finalmente, el enfoque cualitativo aplicado se convierte en una estrategia de mejora institucional, porque la sistematización de los resultados y la validación de los instrumentos permiten formalizar un modelo que puede replicarse. Este modelo no solo beneficia a los estudiantes actuales, sino que sienta bases sólidas para las futuras cohortes de la especialidad técnica, consolidando una cultura de investigación escolar y una práctica pedagógica basada en evidencias, reflexión y mejora continua.

## **6.2 Tipo de investigación.**

El proyecto se enmarca dentro del tipo de investigación de estudio de caso, porque busca comprender y analizar a fondo un fenómeno educativo real: la implementación de la estrategia pedagógica STEM–PC en la media técnica de Electricidad de la IERD Peñas, en el municipio de Cucunubá. Este tipo de investigación permite examinar una situación concreta en su contexto natural, teniendo en cuenta las particularidades del entorno institucional, los actores involucrados y las dinámicas pedagógicas que surgen alrededor del desarrollo de los proyectos de grado.

Según Yin (2018), el estudio de caso es una estrategia metodológica que se orienta a analizar fenómenos contemporáneos dentro de su contexto real, sobre todo cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente definidos. En este proyecto, el fenómeno central —la integración del enfoque STEM y el pensamiento computacional en la educación técnica— se aborda directamente en el entorno escolar, con la participación de estudiantes, docentes y directivos, quienes actúan como fuentes primarias de información y como protagonistas del proceso de innovación educativa.

La elección de este tipo de investigación responde a la necesidad de comprender los procesos más que los resultados, identificando cómo la aplicación del enfoque STEM–PC cambia la forma en que los estudiantes planifican, desarrollan y comunican sus proyectos técnicos. Este diseño permite hacer un seguimiento continuo, registrar experiencias y analizar la coherencia técnica y metodológica de cada fase del proceso formativo. La riqueza del estudio de caso está en su capacidad para profundizar en la



singularidad de la experiencia educativa, generando aprendizajes que pueden trasladarse a otros contextos institucionales con características similares.

Además, el estudio de caso resulta especialmente adecuado cuando se quiere fortalecer la práctica pedagógica por medio de la observación sistemática y la reflexión contextualizada. En la IERD Peñas, la enseñanza en electricidad tiene una base práctica muy fuerte, lo que facilita la recolección de evidencias a partir de la observación directa, las entrevistas y los productos elaborados por los propios estudiantes. Este enfoque empírico permite entender la dinámica real del aula-taller, más allá de registros teóricos o numéricos, y documentar el impacto de la estrategia STEM-PC en la formación técnica.

Por otra parte, como señala Coller (2005), los estudios de caso deben seleccionarse y delimitarse según su relevancia analítica y su capacidad para generar comprensión sobre un fenómeno específico. En ese sentido, el caso de la IERD Peñas cumple con tres condiciones fundamentales:

- Importancia intrínseca: porque es una experiencia representativa dentro de la educación media técnica rural, donde se juntan retos tecnológicos, pedagógicos y propios del contexto.
- Capacidad explicativa: porque ayuda a entender cómo las estrategias basadas en STEM y en el pensamiento computacional pueden mejorar la pertinencia y la calidad de los proyectos de grado en áreas técnicas.
- Potencial de transferencia: porque su estructura metodológica y sus resultados se pueden adaptar a otras instituciones con condiciones educativas y tecnológicas parecidas, lo que amplía su uso a nivel regional y nacional.

El enfoque del estudio de caso también permite combinar técnicas como la observación, el análisis documental y las entrevistas semiestructuradas, lo que da una mirada completa del proceso educativo. Cada proyecto de los estudiantes funciona como un caso dentro del caso general, creando una estructura en varios niveles: el institucional (visión global), el del área técnica (procesos pedagógicos) y el individual o grupal (proyectos de grado). Con esta organización es más fácil comparar avances, dificultades y logros entre los distintos grupos.

Desde una mirada práctica, el estudio de caso ayuda a desarrollar una investigación-acción que no solo describe la realidad, sino que busca transformarla. Por esto, los resultados alimentan un ciclo de mejora continua que orienta la planeación institucional, la formación docente y la organización del trabajo



en la media técnica. Así, la investigación se convierte en un apoyo para fortalecer la cultura de innovación educativa y consolidar un modelo de enseñanza técnica basado en STEM, que pueda replicarse.

En conclusión, este tipo de investigación permite avanzar hacia una comprensión profunda y aplicada del fenómeno estudiado. Más que comprobar una hipótesis, se busca generar conocimiento práctico, situado y transferible, que sirva para orientar decisiones pedagógicas en contextos similares. Por eso, el estudio de caso se convierte en una herramienta clave para unir teoría y práctica y para mostrar que la innovación educativa puede nacer de la observación reflexiva de la propia experiencia institucional.

### **6.3 Tipo de estudio:**

#### **Investigación aplicada**

Este proyecto se clasifica como una investigación aplicada porque su propósito principal no es teórico, sino resolver una necesidad educativa real en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas. El problema que originó el estudio fue la falta de coherencia técnica y metodológica en los proyectos de grado de la media técnica en electricidad, lo cual limitaba tanto la calidad de los productos como el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Desde esta mirada, el trabajo no se queda en describir la situación, sino que plantea una intervención concreta: diseñar, aplicar y validar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional (STEM-PC), para fortalecer la planeación, la ejecución y la comunicación técnica de los proyectos de grado.

La investigación aplicada se caracteriza por generar conocimiento útil que puede ponerse en práctica en el mismo lugar donde surge la necesidad. En este caso, el conocimiento nace de la experiencia educativa, se usa directamente en el aula-taller y se ajusta con los resultados que se observan en los estudiantes. Este ciclo —diagnóstico, diseño, implementación y evaluación— convierte a la institución en un espacio vivo de aprendizaje, donde las ideas se prueban, se corrigen y se consolidan según la realidad del contexto.

Según Stewart (2025), este tipo de investigación busca entender mejor los fenómenos educativos a través de la acción, permitiendo que el investigador observe de cerca el cambio que produce su intervención. Así ocurre en este proyecto: el docente-investigador acompaña cada fase, registra los avances y analiza cómo la estrategia STEM-PC influye en la organización del pensamiento técnico, en la comprensión del problema y en la aplicación de conceptos interdisciplinarios.

La investigación aplicada también se justifica porque el resultado esperado tiene un uso directo para la comunidad educativa. Los instrumentos diseñados —la ficha de inscripción, la infografía, la



maqueta estructural y la plantilla de presentación— no son simples apoyos, sino herramientas pedagógicas que se quedan en el área técnica y sirven como base para los proyectos futuros. Así, los aprendizajes del proceso se convierten en recursos permanentes para la institución.

En coherencia con el enfoque cualitativo, este estudio no busca generalizar resultados estadísticos, sino entender cómo la estrategia cambia los procesos de enseñanza y aprendizaje. La observación sistemática, las entrevistas y los registros de aula se vuelven las principales fuentes de información para analizar la experiencia. Lo importante aquí no es contar cuántos estudiantes mejoran, sino comprender cómo y por qué mejora su forma de pensar, planificar y crear soluciones técnicas.

El carácter aplicado de la investigación también se ve en su orientación práctica e interdisciplinaria. La estrategia STEM-PC une saberes de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, pero lo hace desde una mirada concreta: los proyectos eléctricos que responden a las condiciones rurales y productivas del municipio de Cucunubá. Así, la teoría se vuelve acción, y la acción genera nuevo conocimiento.

El proceso se desarrolló en cuatro fases principales:

- Diagnóstico inicial: permitió identificar las debilidades en la estructura y coherencia de los proyectos de grado.
- Diseño de los instrumentos pedagógicos: elaborados según las necesidades encontradas y validados con los docentes del área técnica.
- Implementación: los instrumentos se aplicaron con los estudiantes en el aula-taller, acompañando la elaboración de los proyectos 2025.
- Evaluación y retroalimentación: incluyó ajustes basados en el análisis de resultados, las entrevistas y las observaciones directas.

Estas fases conforman un ciclo continuo de mejora, propio de las investigaciones aplicadas que combinan la acción pedagógica con la reflexión sobre la práctica. Cada etapa aportó información valiosa para perfeccionar los instrumentos y medir su impacto en la enseñanza técnica.

Además, este tipo de estudio permitió evidenciar cambios que van más allá del aprendizaje individual. Se observó un progreso en la organización del trabajo docente, en la participación de los estudiantes y en la forma en que los proyectos se comunican y evalúan dentro del área técnica. Esto muestra que la investigación no se queda solo en el aula, sino que también fortalece la institución.

En síntesis, la investigación aplicada desarrollada en este proyecto reúne tres dimensiones que se complementan: la pedagógica, la tecnológica y la social. Desde lo pedagógico, impulsa nuevas formas de enseñar y aprender en contextos rurales; desde lo tecnológico, promueve el uso creativo y responsable de

herramientas digitales; y desde lo social, reafirma que la educación técnica es un medio para el desarrollo local. En conjunto, estos elementos confirman que el estudio es, ante todo, una investigación aplicada con sentido transformador, que convierte la práctica en conocimiento y el conocimiento en una mejora educativa sostenible.

#### **6.4 Técnicas de recolección de información seleccionadas:**

La recolección de información en este proyecto se hizo con varios instrumentos creados dentro de la estrategia STEM-PC, y también con técnicas cualitativas como la observación, los apuntes reflexivos y las entrevistas. Gracias a estas herramientas fue posible ver, de una manera cercana, cómo los estudiantes iban armando sus proyectos técnicos, cómo metían los saberes del enfoque STEM y cómo aplicaban el pensamiento computacional para resolver problemas propios del contexto rural.

Como la idea del estudio no era sacar cifras, sino entender los procesos de aprendizaje y los cambios en la práctica docente, los datos se tomaron de evidencias cualitativas: los documentos que hicieron los estudiantes, los registros del aula, las observaciones de las prácticas técnicas y lo que expresaron los docentes en las entrevistas. El valor de toda esta información estuvo en ver cómo los estudiantes piensan, diseñan, prueban y explican sus proyectos de electricidad.

##### ***6.4.1 Instrumentos pedagógicos como medios de recolección***

Los principales instrumentos usados fueron los que hacen parte de la estructura metodológica de la estrategia STEM-PC. Cada uno permitió recoger información de distintos momentos del proceso formativo y de las competencias que se buscaba fortalecer.

###### **a. Ficha de inscripción con reto STEM**

Fue el primer instrumento aplicado y el punto de partida para recoger información. Permitted ver cómo los estudiantes identificaban una necesidad del entorno y la convertían en un reto técnico concreto, usando las fases del pensamiento computacional: descomposición, patrones, abstracción y algoritmos.

El análisis de estas fichas dio pistas sobre qué tan pertinentes eran los problemas que escogían, qué tan claros estaban los objetivos y cómo lograban conectar el aprendizaje técnico con su realidad local.

###### **b. Infografía del ciclo STEM-PC**



Este recurso visual sirvió para registrar cómo los estudiantes entendían y aplicaban las etapas del proceso: diagnóstico, diseño, construcción y evaluación. Además de funcionar como guía, permitió ver el nivel de apropiación del enfoque STEM y cómo relacionaban ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dentro de sus proyectos.

Para analizarlas se tuvo en cuenta la creatividad, la organización de ideas y la coherencia entre cada fase del ciclo.

#### c. Maqueta estructural del proyecto (documento técnico)

Este instrumento reunió información sobre la redacción, estructura y argumentación de los proyectos. Su contenido permitió ver cómo los estudiantes unían la teoría con la práctica y cómo usaban conceptos del pensamiento computacional para ordenar y justificar sus procedimientos eléctricos.

Las rúbricas asociadas ayudaron a valorar la coherencia metodológica, el dominio técnico, la claridad conceptual y la pertinencia del proyecto frente a las necesidades del entorno.

#### d. Plantilla de presentación técnica

La plantilla de sustentación fue clave para observar las competencias comunicativas y digitales de los estudiantes. Con este recurso, los grupos resumieron su proceso y presentaron los resultados ante la comunidad educativa. Las observaciones durante las exposiciones permitieron valorar la expresión oral, el trabajo en equipo y la apropiación conceptual del enfoque STEM-PC.

### ***6.4.2 Técnicas complementarias de recolección***

Además de los instrumentos pedagógicos, también se usaron técnicas cualitativas que ayudaron a recoger las experiencias y percepciones de los participantes desde distintas miradas.

#### ***6.4.2.1 Observación participante y diario de campo***

El docente-investigador fue anotando de manera constante lo que pasaba en las sesiones del aula-taller, registrando detalles sobre la participación, la motivación y cómo los estudiantes aplicaban el pensamiento computacional en la práctica. Estos diarios de campo se volvieron un insumo muy valioso para analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como las interacciones entre los integrantes del grupo.



#### **6.4.2.2 Entrevistas semiestructuradas**

Se realizaron entrevistas con docentes del área técnica y estudiantes de grados décimo y undécimo. Estas conversaciones ayudaron a identificar percepciones sobre la utilidad de los instrumentos, las dificultades encontradas y los aprendizajes obtenidos. La información obtenida se organizó en categorías como efectividad pedagógica, motivación estudiantil y apropiación del enfoque STEM-PC.

#### **6.4.2.3 Rúbricas y listas de cotejo**

Cada instrumento incluyó su propia rúbrica de evaluación, la cual permitió registrar de forma sistemática los logros alcanzados por los estudiantes en dimensiones como planeación, ejecución, comunicación y pensamiento computacional. Las listas de cotejo apoyaron este proceso al garantizar que los criterios técnicos (como normas de seguridad eléctrica, estructura del informe y presentación visual) fueran verificados objetivamente.

Durante la semana 35 se aplicó la rúbrica de presustentación y en la semana 37 la rúbrica de sustentación final, en las cuales se evaluaron la aplicación del pensamiento computacional (proceso computacional) y del ciclo de diseño STEM (véanse los Anexos 6 y 7). Estos instrumentos servirán no solo para calificar el desempeño, sino también como evidencia de validación pedagógica y técnica de la estrategia.

##### **d. Evidencias digitales y simulaciones técnicas**

Los estudiantes emplearon herramientas como Tinkercad y AutoCAD Educativo para realizar simulaciones de circuitos y planos eléctricos. Estos archivos se recopilaron como evidencia técnica y se analizaron según la precisión del diseño, la secuenciación de procesos y la aplicación de principios de lógica computacional.

#### **6.4.3 El prototipo Funcional Como Fuente de Información**

Aparte de los instrumentos escritos y digitales, la elaboración del prototipo funcional fue un componente esencial en la recolección de información. Este producto tangible permitió evaluar la transferencia del conocimiento a una aplicación real, mostrando el dominio técnico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas concretos del entorno.

En el caso de los estudiantes de grado décimo, la información obtenida se centró en la formulación del reto STEM y la comprensión del proceso de planeación, mientras que los estudiantes de grado undécimo aplicaron todos los instrumentos para sustentar sus proyectos y presentar el prototipo funcional correspondiente a la especialidad de electricidad.

El análisis de estos prototipos aportó información sobre la capacidad de innovación técnica, la integración de componentes interdisciplinarios y la coherencia entre diseño, ejecución y evaluación. Además, sirvió como evidencia del impacto que la estrategia STEM-PC tuvo en la autonomía y la competencia profesional de los estudiantes.

En conjunto, las técnicas de recolección aplicadas —instrumentales, observacionales y prácticas— permitieron reunir una visión integral del proceso formativo. Cada instrumento no solo fue un medio de enseñanza, sino también una fuente de datos cualitativos que mostró el avance individual y grupal, el desarrollo del pensamiento computacional y la consolidación de una educación técnica contextualizada, innovadora y significativa.

### **6.5 Técnicas de Análisis de Información Seleccionadas**

El análisis de la información en este proyecto se orienta desde un enfoque cualitativo descriptivo, centrado en la comprensión de los procesos de aprendizaje, la apropiación del pensamiento computacional y la aplicación del enfoque STEM en el desarrollo de los proyectos de la media técnica en electricidad.

Como el propósito no es cuantificar resultados, sino interpretar los cambios y transformaciones en la forma como los estudiantes planifican, diseñan y ejecutan sus proyectos, las técnicas de análisis utilizadas se fundamentan en la sistematización de experiencias, el análisis documental y la observación participante.

La primera técnica corresponde al análisis documental de los productos elaborados por los estudiantes. Cada ficha de inscripción, infografía, maqueta estructural y plantilla de presentación técnica fue revisada atendiendo a criterios de coherencia, pertinencia técnica, integración de áreas STEM y uso del pensamiento computacional. Esta revisión se realizó con base en una matriz de análisis diseñada por el docente-investigador, que permitió identificar patrones comunes, fortalezas y aspectos por mejorar en la aplicación de cada instrumento.

La segunda técnica fue la sistematización de experiencias, que permitió reconstruir el proceso vivido por los estudiantes y docentes durante la implementación de la estrategia pedagógica. Esta técnica ayudó a reconocer las transformaciones progresivas en las prácticas pedagógicas, la planificación de los proyectos y la incorporación del pensamiento computacional en el aula-taller. La información se organizó cronológicamente, siguiendo las fases del ciclo STEM (imaginar, planear, crear, probar y mejorar), con el fin de establecer cómo cada fase se materializó en los productos y reflexiones de los participantes.

Igualmente, se aplicó la observación participante, donde el docente acompañó directamente las actividades de aula y taller, registrando las interacciones, avances, dificultades y soluciones propuestas por los grupos. Los registros de observación sirvieron para analizar la autonomía de los estudiantes, la cooperación entre pares y la manera en que aplicaban la lógica del pensamiento computacional en la resolución de los problemas planteados.

De manera complementaria, se diseñaron y aplicaron rúbricas de evaluación cualitativa en dos momentos del proceso.

Durante la semana 35, los estudiantes realizaron la presustentación de sus proyectos, instancia en la cual se valoró la coherencia del ciclo STEM, la claridad técnica del diseño y la correcta aplicación de las fases del pensamiento computacional.

Luego, en la semana 37, se llevó a cabo la sustentación final, donde se evaluó la argumentación, la calidad del prototipo funcional y la capacidad de los estudiantes para explicar y defender su trabajo ante el jurado institucional.

Estas rúbricas, elaboradas por los docentes-investigadores con criterios específicos para cada fase del proceso, permitieron obtener evidencia objetiva del grado de apropiación del enfoque STEM-PC y del desarrollo de las competencias técnicas, comunicativas y cognitivas previstas en el proyecto.

Los resultados de estas rúbricas se interpretaron mediante análisis categorial, cruzando los hallazgos con las categorías de análisis definidas en el proyecto: pertinencia técnica, integración STEM, pensamiento computacional y competencias del siglo XXI. Este procedimiento ayudó a triangular la información proveniente de los instrumentos, las observaciones y los resultados de las sustentaciones, garantizando una lectura completa y coherente del proceso formativo.

Por último, el análisis de la información no se limitó a la identificación de logros o dificultades, sino que permitió comprender cómo la implementación de la estrategia STEM-PC transforma las prácticas pedagógicas y el aprendizaje técnico en un contexto rural. La interpretación de los datos cualitativos sirvió para fortalecer la retroalimentación del proceso y orientar ajustes metodológicos que aseguren la sostenibilidad y replicabilidad del modelo en futuros proyectos de la media técnica.

## **6.6 Aplicación y Análisis de los Resultados Preliminares a Partir de las Técnicas de Recolección de Información:**

La aplicación de las técnicas de recolección de información permitió consolidar una visión integral del proceso formativo en la media técnica de Electricidad, mostrando cómo los estudiantes desarrollan competencias del siglo XXI mediante la implementación de los instrumentos pedagógicos

STEM–PC. El análisis de los resultados preliminares se centró en dos momentos principales: la aplicación del instrumento Ficha de inscripción con reto STEM con los estudiantes de grado décimo, y la aplicación del instrumento maqueta estructural del proyecto con los estudiantes de grado undécimo.

### **6.6.1 Resultados del instrumento “Ficha de inscripción con reto STEM” (Grado décimo)**

En esta primera fase, los estudiantes de grado décimo aplicaron el instrumento Ficha de inscripción con reto STEM, el cual permitió identificar problemáticas reales del contexto institucional y transformarlas en proyectos integradores que articulan ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Por medio de esta actividad, los estudiantes desarrollaron habilidades de análisis, formulación de preguntas guía y diseño de soluciones contextualizadas, fortaleciendo el pensamiento computacional desde la descomposición, identificación de patrones y creación de algoritmos simples para la solución de problemas.

En la Tabla 3 se presentan los retos STEM formulados por los grupos, que reflejan la creatividad, pertinencia y capacidad de los estudiantes para aplicar el enfoque STEM–PC a situaciones del entorno educativo y comunitario.

**Tabla 3.** Retos STEM formulados por los estudiantes de grado décimo a partir del instrumento “Ficha de inscripción con reto STEM” (IERD Peñas, 2025)

<b>Grupo</b>	<b>Título del Proyecto</b>	<b>Integrantes (nombres completos)</b>	<b>Reto STEM</b>
<b>1</b>	<b>Sistema automatizado de control de acceso con sensores</b>	Jimmy Alexander Pirachicán Salazar; Juan Sebastián Prada Salazar; Fabián Arley Salazar Velásquez; Diego Fernando Tierradentro Rodríguez	¿Cómo crear un sistema que registre automáticamente la entrada y salida de personas en la institución usando sensores de movimiento? Ciencia: entender cómo funcionan los sensores. Tecnología: uso de controladores y automatización. Ingeniería: diseño del sistema. Matemáticas: conteo de personas y registro de datos.
<b>2</b>	<b>Iluminación inteligente para</b>	Yeimy Tatiana Alonso Vargas; Juan Sebastián	¿Cómo diseñar un sistema que prenda y apague las luces del aula de forma



	<b>el aula de electricidad</b>	Casas Bello; Astrid Viviana Culma Loaiza	automática, ahorrando energía con sensores de movimiento y luz? Ciencia: comportamiento de la luz y energía. Tecnología: uso de sensores. Ingeniería: armado del circuito. Matemáticas: cálculo del consumo de energía.
3	<b>Sistema automático de calefacción para el aula</b>	Brayan Yecid Castro Fonseca; Johan Felipe Pinzón Benítez; Maicol Santiago Taba Taba; Lady Yuliana Velásquez Rodríguez	¿Cómo hacer un sistema de calefacción que se prenda solo cuando la temperatura del aula sea baja? Ciencia: estudio del calor y la temperatura. Tecnología: sensores de temperatura. Ingeniería: diseño del sistema de control. Matemáticas: medición y cálculo de temperatura.
4	<b>Sistema para monitorear el consumo de energía eléctrica</b>	María Alejandra Culma Loaiza; Ayda Yisel Torres Torres	¿Cómo construir un dispositivo que permita medir el consumo de energía en el aula y así proponer formas de ahorro? Ciencia: corriente y voltaje. Tecnología: medición con sensores. Ingeniería: conexión del circuito. Matemáticas: registro y análisis de datos.
5	<b>Luz automática por detección de oscuridad</b>	Juan Ernesto Bañol Acevedo; Jhames Cárdenas Mazo; David Santiago Morales Nieto	¿Cómo crear un sistema que prenda las luces automáticamente cuando hay poca luz en el ambiente? Ciencia: propiedades de la luz. Tecnología: sensores fotoeléctricos. Ingeniería: diseño del circuito. Matemáticas: medición del nivel de luminosidad.
6	<b>Termómetro digital con</b>	Esperanza Velásquez Velásquez; Camilo Estiven Bello Jiménez	¿Cómo diseñar un termómetro digital que mida la temperatura y emita una alarma cuando pase de un límite? Ciencia:



	<b>alarma de temperatura</b>		medición del calor. Tecnología: sensores digitales. Ingeniería: conexión y programación. Matemáticas: conversión de medidas.
7	<b>Cabina de radio escolar para mejorar la comunicación</b>	Mike Sneider Arévalo Roncancio; Edwin Camilo Lozano Bello; Daniel Santiago Moreno Torres; Yadir Alejandro Sora Prada	¿Cómo construir una cabina de radio que ayude a mejorar la calidad del sonido y promueva la participación de los estudiantes? Ciencia: ondas de sonido. Tecnología: equipos de audio. Ingeniería: diseño de la cabina. Matemáticas: medición de frecuencias.
8	<b>Tablero electrónico para puntajes deportivos</b>	Luisa Fernanda Bello Casas; José Duván Esquinas Gómez; Anyela Yurani Pedraza Velásquez; Helin Marissa Trejos Pescador	¿Cómo diseñar un tablero que muestre los puntajes de los juegos en tiempo real usando electrónica básica? Ciencia: electricidad y corriente. Tecnología: pantallas LED y botones. Ingeniería: armado del sistema de control. Matemáticas: conteo y registro de puntos.

**Nota.** Elaboración propia (2025), con base en el instrumento *Ficha de inscripción con reto STEM* aplicado en grado décimo.

Los resultados reflejan que los estudiantes lograron identificar y formular problemas significativos del entorno institucional, conectando los contenidos teóricos con situaciones prácticas. Se observó un avance en la comprensión del ciclo STEM y en la integración de los componentes del pensamiento computacional, especialmente en la capacidad para organizar secuencias lógicas, anticipar resultados y optimizar el uso de recursos. Igualmente, los proyectos presentaron coherencia con los objetivos formativos del área técnica y favorecieron el trabajo colaborativo y la comunicación entre pares.



### 6.6.2 Resultados del instrumento “Maqueta estructural del proyecto” (Grado undécimo)

Durante la segunda fase, los estudiantes de grado undécimo aplicaron el instrumento Maqueta estructural del proyecto, cuyo propósito fue organizar la planeación, desarrollo y sustentación de los proyectos de grado. Este instrumento permitió asegurar la coherencia metodológica entre los componentes del diseño y la ejecución, integrando las fases de análisis, implementación, validación y presentación final del producto técnico.

En la Tabla 4 se resumen los proyectos desarrollados por los grupos de undécimo, donde se muestra la aplicación integral del enfoque STEM-PC, la creatividad en la solución de problemas reales y la articulación entre la formación técnica y la innovación pedagógica. Además, todos los estudiantes utilizaron herramientas de inteligencia artificial para apoyar la redacción de sus maquetas, ya que su uso se viene trabajando en la asignatura de Tecnología e Informática para mejorar la escritura, la puntuación y la claridad de las ideas.

**Tabla 4.** *Proyectos de grado desarrollados a partir del instrumento “Maqueta estructural del proyecto” (Grado 11.º, IERD Peñas, 2025)*

<i>Nombre del Proyecto</i>	<i>Autores</i>	<i>Resumen del Proyecto</i>
<i>Mantenimiento de multímetros y baterías para la práctica académica en el aula de electricidad en la I.E.R.D. Peñas</i>	Jency Stefania Garnica Estupiñán, Paola Andrea Ramírez Alfonso, Paula Yixec Ramírez Alfonso	Este proyecto tiene como propósito fortalecer las competencias científicas y tecnológicas de los estudiantes de la I.E.R.D. Peñas mediante la implementación de un reto STEM enfocado en el mantenimiento preventivo y correctivo de multímetros y baterías utilizadas en las prácticas del área de electricidad. A través de este trabajo, los estudiantes identifican problemas comunes como fallas en las puntas de prueba, desgaste de baterías o daños en fusibles internos, aplicando conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para diagnosticar, reparar y optimizar su funcionamiento. Además, buscan fomentar el aprendizaje activo, el trabajo en equipo y el



***Diseño e instalación de un banco de señalización para detectar cortocircuitos en el aula de electricidad***

Cristian Andrés Baquero Castañeda, Yeimi Yulieth Bautista Caicedo, Jefferson David Cáceres Castro, César Augusto Pescador Pescador

cuidado de los recursos escolares, elaborando un protocolo de mantenimiento que garantice la durabilidad de los instrumentos y la seguridad durante las prácticas. Este proyecto contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y a una cultura de sostenibilidad tecnológica.

En el laboratorio de electricidad de la I.E.R.D. Peñas es común que durante las prácticas se cometan errores al armar los circuitos, siendo el cortocircuito uno de los más frecuentes y peligrosos. Por eso, se diseñó y construyó un banco didáctico que detecta cortocircuitos mediante un sistema de señalización con un bombillo rojo que alerta de inmediato el error sin causar daños. Desde el enfoque STEM, este proyecto integra ciencia y tecnología para comprender el fenómeno eléctrico, ingeniería para el diseño del sistema y matemáticas para su correcto funcionamiento. Se promueve así un aprendizaje práctico, seguro y colaborativo que fortalece la responsabilidad y la resolución de problemas.

***Banco didáctico para el uso correcto de los multímetros en la I.E.R.D. Peñas***

Alisson Juliana Martínez Rodríguez

Este proyecto busca enseñar a los estudiantes de la I.E.R.D. Peñas a usar correctamente los multímetros, cuidando el material eléctrico y aprovechando mejor las herramientas del área de electricidad. Los multímetros son instrumentos fundamentales para medir voltajes, corrientes y resistencias, y comprender cómo funcionan facilita el aprendizaje práctico. Este trabajo hace parte del



***Implementación de una guía didáctica para el uso y aplicación del osciloscopio en la I.E.R.D. Peñas***

Linda Tatiana López Palacio, Jhohan Gabriel Quimbayo Esquivel, Leidy Juliana Rodríguez Aguilar

reto STEM, integrando ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para aprender de forma más dinámica. Con este proyecto se despierta la curiosidad, la observación y el pensamiento lógico de los estudiantes frente al uso de instrumentos eléctricos.

Este proyecto tiene como propósito diseñar una guía didáctica e implementar un banco de prácticas para el uso adecuado del osciloscopio en la I.E.R.D. Peñas. Nace de la necesidad de facilitar el aprendizaje de esta herramienta, que muchos estudiantes desconocen. Con este trabajo se busca fortalecer las habilidades científicas y tecnológicas, promoviendo el pensamiento lógico, la descomposición de problemas y la experimentación. Desde el enfoque STEM, los estudiantes integran ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para interpretar señales eléctricas y comprender mejor el comportamiento de los circuitos.

***Arreglo de instalaciones eléctricas en el aula múltiple de la I.E.R.D.***

Karen Tatiana Gómez Valbuena, Andrés Mauricio Montes Niño, Juan Camilo Rodríguez Torres, Pedro Norbey Salazar Pirachicán

En el aula múltiple de la institución se realizó la instalación eléctrica completa con el objetivo de mejorar la iluminación y la seguridad del espacio. Se instalaron lámparas LED de bajo consumo distribuidas uniformemente en el techo, se canalizó el cableado en tubos plásticos y se implementó un tablero con breakers independientes para controlar los sectores. Este proyecto busca crear un ambiente seguro y eficiente para las actividades académicas y tecnológicas, aplicando



***Diseño y construcción de un molino eléctrico para optimizar la molienda de granos***

Laura Mariana Contreras Ruiz, Yendy Lorena Piraquibe Pinilla

conocimientos STEM y fomentando la responsabilidad, el trabajo en equipo y la innovación.

Este proyecto consiste en el diseño e implementación de un molino automatizado que funcione con un motor eléctrico, reemplazando el proceso manual que exige esfuerzo físico y tiempo. Con la ayuda de poleas, correas y un sistema motorizado, se busca optimizar la molienda y mejorar la calidad del producto final. Este reto STEM aplica conocimientos de electricidad, mecánica y matemáticas para desarrollar un sistema más eficiente y sostenible, promoviendo la creatividad y la innovación en la resolución de problemas reales.

***Construcción y ejecución de una estación rodante para la emisora estudiantil “Radio Peñas”, alimentada con energía solar***

Javier Alexander Contreras Garnica, Brayán Stiven Fraile Bolívar, Nelson Andrés Sarmiento Conejo

Este proyecto nace de la necesidad de contar con un medio de comunicación en la institución. Se desarrolló una emisora escolar alimentada por energía solar, lo que la hace autónoma y sostenible. A través del enfoque STEM, los estudiantes integran la ciencia y la tecnología en el uso de sistemas fotovoltaicos, aplican ingeniería en el montaje del sistema y utilizan matemáticas para calcular la energía producida y consumida. Además, se vincula con el área de Lengua Castellana para fortalecer la expresión oral, la escritura y la creatividad, promoviendo la conciencia ambiental y la comunicación institucional.



<b><i>Panel educativo de electricidad</i></b>	Sebastián Alvarado Yate	El panel educativo de electricidad es una herramienta diseñada para fortalecer el aprendizaje práctico de los estudiantes en el área técnica. Permite simular circuitos eléctricos reales en un entorno seguro, comprendiendo conceptos como corriente, voltaje, resistencia y conexiones. Con este proyecto, el estudiante integra los principios del enfoque STEM al aplicar ciencia y tecnología en la práctica y desarrolla pensamiento lógico al resolver problemas eléctricos de manera realista.
<b><i>Prototipo de extractor de gases al servicio de la formación técnica en la I.E.R.D. Peñas</i></b>	Erik Nicolás Bañol Rodríguez, Heiner Nicolás Garnica Gil, Cristian David Hernández Guapacha, Kevin Stiven Piraquive Pinilla	Este proyecto tiene como propósito fortalecer la formación técnica en el área de electricidad mediante la construcción de un extractor de gases que permite comprender cómo se integran los sistemas eléctricos en la ventilación industrial. A través de este trabajo, los estudiantes aplican conocimientos de instalación, cableado, control y mantenimiento, combinando ciencia, tecnología e ingeniería. Este aprendizaje fomenta el razonamiento lógico, la planeación y la aplicación práctica del conocimiento.
<b><i>Desarrollo de un entorno 3D para la gestión de la infraestructura eléctrica institucional de la I.E.R.D. Peñas</i></b>	Mateo Alexander Salazar Velásquez	Este proyecto tiene como meta diseñar un modelo tridimensional (3D) de la I.E.R.D. Peñas que represente de forma realista su infraestructura eléctrica. El modelo permitirá visualizar, analizar y planificar mejoras en el sistema eléctrico institucional. Desde el enfoque STEM, se integran la tecnología del



***Sistema de riego automático para mejorar los cultivos de la I.E.R.D.***

***Peñas***

Edison Asdrúbal  
Alvarado Fonseca,  
Brayhan Stiven  
Cárdenas Mazo, Diego  
Alejandro Morales  
Contreras, Sofía Cecilia  
Morales Torres,  
Estefanía Yate Loaiza

modelado 3D, la ingeniería en la representación estructural y la matemática en la escala y proporciones. Además, fomenta la creatividad, el pensamiento computacional y la innovación en el uso de herramientas digitales.

Este proyecto busca automatizar el riego de la huerta escolar mediante el uso de sensores y temporizadores que controlan el flujo de agua según la humedad del suelo. Antes, el riego se hacía de manera manual, causando desperdicio de agua y crecimiento irregular de las plantas. Con este sistema, se logra un uso más eficiente y sostenible del recurso. A través del enfoque STEM y del pensamiento computacional, los estudiantes aplican conocimientos de programación, electricidad y matemáticas para diseñar un sistema funcional que mejora la producción agrícola escolar.

***Instalación de tomacorrientes con monitoreo eléctrico digital en la I.E.R.D.***

***Peñas***

Damari Alexandra  
Contreras Contreras,  
Judy Yomaira Garzón  
Bello

Este proyecto consiste en diseñar e instalar tomacorrientes con voltímetros y amperímetros digitales en las mesas de trabajo del aula de electricidad. Surge de la necesidad de medir voltaje y corriente de forma práctica y segura. A través del enfoque STEM, se aplican conceptos de electricidad, ingeniería y matemáticas (como la Ley de Ohm y el cálculo de potencia) para analizar el comportamiento de la energía. El pensamiento computacional se evidencia en la organización del diseño y la interpretación de los resultados.



<b>Redes eléctricas didácticas técnicas</b>	Nikol Tatiana Salazar Ordoñez, Cyndy Mariana Velásquez Gálviz	En el laboratorio de electricidad se realizó una simulación de redes eléctricas con postes en miniatura conectados a tableros didácticos del aula. Este trabajo hace parte de un reto STEM, donde se aplican conocimientos de ciencia para entender el flujo de corriente, de tecnología para el uso de materiales eléctricos, de ingeniería para el montaje del sistema y de matemáticas para calcular voltajes y resistencias. El pensamiento computacional se evidencia en la planeación, la secuencia de montaje y la resolución de errores durante el proceso.
---	--	---

**Nota.** Elaboración propia (2025), con base en los proyectos desarrollados a partir del instrumento *Maqueta estructural del proyecto* aplicados en grado undécimo.

El análisis de la Tabla 4 permitió mostrar que los proyectos consolidaron el aprendizaje integral de los estudiantes, fortaleciendo tanto sus competencias técnicas como sus habilidades para el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la comunicación efectiva. La estrategia STEM-PC aportó a la consolidación de experiencias significativas, en las que la tecnología, la ciencia y la ingeniería se aplicaron de forma coherente y contextualizada al entorno educativo y productivo de Cucunubá.

## 6.7 Procedimiento

El desarrollo de la estrategia pedagógica STEM-PC se llevó a cabo entre mayo de 2024 y noviembre de 2025, siguiendo una secuencia de fases que aseguraron coherencia entre diagnóstico, diseño, implementación y evaluación. Cada momento se articuló con los objetivos específicos y con las Normas de Competencia Laboral del área de Electricidad.

### **Fase 1.** Diagnóstico y análisis institucional (mayo – diciembre de 2024)

El punto de partida fue un diagnóstico participativo en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas, mediante observación directa, entrevistas y revisión de proyectos previos.

El análisis permitió mostrar la falta de instrumentos comunes, la escasa articulación entre teoría y práctica y la necesidad de integrar la metodología STEM y el pensamiento computacional para fortalecer los proyectos de la media técnica.

Los hallazgos se representaron en el diagrama de causa y efecto (Figura 1), que sirvió como base para el rediseño metodológico.

**Fase 2.** Diseño y validación de la estrategia STEM-PC (enero – febrero de 2025)

Durante esta etapa se elaboraron los cuatro instrumentos centrales:

Ficha de inscripción con reto STEM,

Infografía del ciclo STEM-PC,

Maqueta estructural (documento técnico),

Plantilla de presentación.

La validación se realizó con docentes del área, coordinación académica y estudiantes de promociones anteriores. Se ajustaron los criterios de evaluación para mostrar las fases del pensamiento computacional (descomposición, patrones, abstracción y algoritmos) y la aplicación del ciclo STEM. La estrategia fue aprobada institucionalmente como guía oficial para la media técnica en Electricidad.

**Fase 3.** Implementación I – Formulación y diseño (Marzo – Junio de 2025)

Con la orientación de los docentes, los estudiantes de grado 10.º identificaron problemas reales del entorno y formularon sus retos STEM, aplicando la ficha de inscripción.

Al mismo tiempo, los grupos de grado 11.º emplearon la infografía y la maqueta estructural para diseñar los proyectos 2025. Se utilizaron simuladores digitales (Tinkercad y AutoCAD Educativo) para comprobar la factibilidad de los circuitos y la secuencia lógica de los procedimientos.

**Fase 4.** Implementación II – Construcción, pruebas y comunicación (Julio – Octubre de 2025)

Los grupos de trabajo de grado 11.º ejecutaron el montaje de sus prototipos en el aula-taller, siguiendo las normas de seguridad eléctrica y los criterios del pensamiento computacional.

Se aplicaron listas de chequeo y observaciones de campo para verificar la coherencia entre diseño y construcción. Mientras tanto, los estudiantes de 10.º continuaron con la planeación documental de sus retos para 2026.

La presustentación, realizada el 30 de octubre de 2025 (semana 35), permitió evaluar los avances mediante la rúbrica institucional. Cada grupo presentó su prototipo en versión preliminar, recibiendo

retroalimentación en coherencia técnica, aplicación del ciclo STEM y uso del pensamiento computacional. Las recomendaciones se registraron para ajustes posteriores.

**Fase 5.** Evaluación final y sistematización (noviembre de 2025)

Tras realizar los ajustes indicados en la presustentación, los grupos participaron en la sustentación final del 10 de noviembre de 2025 (semana 37), ante jurado académico integrado por docentes del área técnica y representantes del SENA. La evaluación consideró la calidad del prototipo, la claridad conceptual, la integración STEM y la comunicación técnica.

Los resultados demostraron avances notables en la secuenciación de procesos, el uso de vocabulario especializado y la autonomía en la toma de decisiones técnicas.

Los proyectos más destacados —como el sistema fotovoltaico para la emisora escolar rodante, el banco de señalización para cortocircuitos y el molino automatizado para energías limpias— mostraron la apropiación integral del pensamiento computacional y del ciclo STEM.

*Nota.* El proyecto de la emisora escolar rodante fotovoltaica se documentó por separado como estudio de caso de innovación, ya que fue presentado en la Feria Agroindustrial del SENA (Chía, 2025) y recibió reconocimiento por su aplicación integral del ciclo STEM y del pensamiento computacional.

A partir de las rúbricas de las semanas 35 y 37, los resultados fueron sistematizados en una matriz categorial que integró evidencias de planeación, ejecución y evaluación. Se identificó una mejor organización de los proyectos, mayor articulación entre las áreas del saber y fortalecimiento de competencias comunicativas y analíticas en los estudiantes.

**Fase 6.** Cierre, sistematización e institucionalización (11 – 16 de noviembre de 2025)

En la etapa final, se elaboró y entregó a la coordinación académica un informe consolidado del proyecto STEM-PC, el 16 de noviembre de 2025, con el propósito de dejar constancia del proceso desarrollado, los resultados obtenidos y la efectividad de los instrumentos pedagógicos aplicados. El documento incluyó evidencias de aplicación, matrices de evaluación y ejemplos de productos estudiantiles, lo que mostró que la estrategia favoreció la planeación, la coherencia metodológica y el desarrollo del pensamiento computacional en los proyectos de la media técnica.

Como cierre formal, los instrumentos diseñados —la ficha de inscripción, la infografía del ciclo STEM-PC, la maqueta estructural y la plantilla de presentación— fueron archivados oficialmente en el área técnica de Electricidad, junto con la recomendación de su uso institucional a partir del año lectivo 2026.

Se estableció que estos materiales serán revisados y actualizados periódicamente, según las necesidades del área y las orientaciones del Ministerio de Educación Nacional y el SENA.

Así, el proyecto culminó con la entrega de una estrategia pedagógica comprobada, que se integra de forma permanente al currículo técnico de la IERD Peñas como modelo de innovación educativa contextualizada y sostenible.

### **6.8 Producto o Resultado Esperado.**

El proyecto tiene como resultado central la implementación y validación de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional (STEM-PC) para fortalecer el desarrollo de los proyectos de la media técnica en electricidad en la IERD Peñas. Esta estrategia toma forma en un conjunto articulado de instrumentos pedagógicos y tecnológicos —la ficha de inscripción con reto STEM, la infografía del ciclo STEM-PC, la maqueta estructural del proyecto y la plantilla de presentación técnica—, que terminan siendo el producto tangible y funcional del trabajo investigativo.

Cada instrumento fue diseñado, probado y ajustado según las características del contexto educativo, y con ello se pudo mostrar su utilidad en la organización, planificación y evaluación de los proyectos de grado. El resultado esperado es que dichos instrumentos sean adoptados institucionalmente como guía metodológica permanente para los grados décimo y undécimo, asegurando la continuidad del modelo pedagógico y su actualización anual según las necesidades del área técnica.

Por otro lado, el proyecto busca mejorar la calidad y pertinencia de la educación técnica rural, mediante la integración efectiva de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas con las competencias comunicativas, digitales y de emprendimiento. Se espera que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda del proceso de resolución de problemas técnicos, reforzando la secuenciación lógica, la abstracción y la toma de decisiones fundamentadas en evidencia.

A la par, como resultado social, se proyecta la consolidación de una cultura institucional de innovación educativa, que promueva la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. El registro y archivo de la estrategia STEM-PC en el área de Electricidad permitirá su aplicación continua, convirtiéndose en un referente metodológico replicable en otras instituciones rurales del departamento.

Por último, el proyecto deja como evidencia académica la sistematización completa del proceso, incluyendo los instrumentos, rúbricas de evaluación, prototipos desarrollados, testimonios docentes y resultados de los estudiantes, aportando una base sólida para futuras investigaciones y mejoras curriculares..

## 6.9 Descripción de la Población y Muestras

La población del proyecto corresponde a la comunidad educativa de la Institución Educativa Rural Departamental (IERD) Peñas, del municipio de Cucunubá (Cundinamarca), una institución pública de carácter rural que ofrece formación desde el nivel de primera infancia hasta la educación media técnica.

El estudio se centró en la media técnica en Electricidad, área que articula la enseñanza de las ciencias, la tecnología y la innovación con el desarrollo de competencias laborales pertinentes para el contexto minero-industrial y agropecuario de la región.

La población total de la media técnica está compuesta por 63 estudiantes, distribuidos en 28 de grado décimo y 35 de grado undécimo, durante el año lectivo 2025.

Para efectos del proyecto, se trabajó con la totalidad de la población, mediante un muestreo intencional no probabilístico, orientado a comprender los procesos formativos en profundidad y a fortalecer la coherencia técnica y pedagógica del área (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020).

Los estudiantes de grado décimo participaron en la fase de identificación de retos STEM, aplicando la ficha de inscripción de proyecto, en la cual formularon problemas reales de su entorno relacionados con la energía, el uso responsable de los recursos eléctricos y la seguridad en el aula-taller.

Esta primera etapa permitió validar la estructura y el lenguaje de los instrumentos pedagógicos diseñados.

Los estudiantes de grado undécimo constituyeron la muestra principal de aplicación, al implementar los instrumentos durante la formulación, desarrollo y presentación de sus proyectos de grado 2025.

Sus propuestas culminaron con la presustentación (semana 35) y la sustentación final (semana 37), espacios donde se valoró la apropiación del pensamiento computacional, la aplicación del ciclo STEM y la argumentación técnica.

El proceso contó con la participación activa de la coordinadora académica, Adriana Fernández, encargada del acompañamiento y la supervisión institucional; del docente investigador, Alonso Martínez, responsable del diseño, implementación y seguimiento pedagógico del proyecto; y de la diseñadora pedagógica, Jessica Alexandra Bonilla Ortiz, quien colaboró en el desarrollo visual, estructural y metodológico de los instrumentos STEM-PC.

A la par, las docentes Marcela Chacón y Martha Sánchez, del área de Lengua Castellana, aportaron en la revisión y validación de los textos académicos y guías de presentación, asegurando la coherencia comunicativa y el fortalecimiento de la competencia escritural en los estudiantes.

De este modo, la muestra no solo representó a los estudiantes de la media técnica, sino también a un ecosistema educativo colaborativo, donde confluyeron distintas áreas del saber en torno a la enseñanza técnica, el pensamiento computacional y la innovación pedagógica en contextos rurales.

### 6.10 Matriz de Interesados y Beneficiarios

**Tabla 5.** *Matriz de interesados y beneficiarios del proyecto STEM–PC en la media técnica en electricidad (IERD Peñas, 2025)*

<i>Grupo de interesados / beneficiarios</i>	<i>Intereses</i>	<i>Expectativas</i>	<i>Problemas previstos</i>	<i>Predisposición</i>	<i>Estrategia de vinculación</i>
<i>Estudiantes de la media técnica (grados 10.º y 11.º)</i>	Mejorar la calidad de sus proyectos de grado, fortalecer habilidades técnicas y computacionales.	Aprender mediante experiencias prácticas y proyectos contextualizados.	Dificultades en la planeación y aplicación de metodologías STEM.	Comprometido.	Acompañamiento docente constante, aplicación progresiva de instrumentos y uso de simuladores digitales.
<i>Docente investigador (Alonso Martínez)</i>	Validar la eficacia de la estrategia pedagógica STEM–PC y sistematizar los resultados.	Consolidar un modelo replicable en otros programas técnicos.	Limitaciones de tiempo institucional para la aplicación completa de las fases.	Comprometido.	Planificación anticipada, coordinación con docentes de apoyo y sistematización.



					n de evidencias.
<i>Diseñadora pedagógica (Jessica Alexandra Bonilla Ortiz)</i>	Diseñar instrumentos claros, aplicables y visualmente coherentes con el enfoque STEM.	Generar materiales útiles para su adaptación en otros contextos educativos.	Ajustes técnicos derivados de los tiempos escolares y recursos limitados.	Comprometida	Trabajo colaborativo en diseño e iteración continua según retroalimentación docente.
<i>Coordinadora académica (Adriana Fernández)</i>	Asegurar la coherencia del proyecto con el PEI y los estándares institucionales	Contar con una estrategia formal para el área técnica que pueda institucionalizarse.	Dificultad para articular tiempos académicos con procesos de investigación.	Solidaria.	Supervisión continua, validación oficial de instrumentos y articulación con el plan de área.
<i>Docentes de Lengua Castellana (Marcela Chacón y Martha Sánchez)</i>	Integrar competencias comunicativas al proceso técnico.	Fortalecer la redacción, argumentación y presentación de los informes de proyecto.	Desfase entre el lenguaje técnico y el académico en los informes estudiantiles.	Comprometida	Acompañamiento transversal en redacción, revisión de instrumentos y asesoría en sustentaciones.
<i>Estudiantes egresados de la media</i>	Reconocer mejoras en la organización de los	Observar la evolución del área técnica y la aplicabilidad de	Falta de continuidad o actualización en la	Neutral.	Entrevistas y observaciones comparativas



<i>técnica (promociones anteriores)</i>	proyectos actuales.	los nuevos instrumentos.	documentación técnica.		con proyectos anteriores.
<i>Familias y comunidad local</i>	Ver reflejado el aprendizaje de los estudiantes en soluciones prácticas para la comunidad.	Generar impacto social a partir de los proyectos escolares.	Escaso conocimiento técnico para comprender los prototipos desarrollados.	Solidarias.	Divulgación en ferias escolares, boletines y presentaciones públicas.
<i>Institución educativa (IERD Peñas)</i>	Mejorar la pertinencia de la formación técnica y fortalecer la calidad institucional.	Contar con una estrategia sostenible y evaluable para el área de electricidad.	Falta de recursos económicos para la ampliación de laboratorios.	Comprometida.	Inclusión del modelo STEM-PC en el plan de área y gestión ante entidades de apoyo.
<i>SENA (instructor Simón Rodríguez)</i>	Mantener la articulación técnica y metodológica con la institución.	Validar la correspondencia entre la media técnica y la formación laboral.	Ajustes en cronogramas de acompañamiento.	Ambivalente.	Coordinación de espacios de apoyo técnico según disponibilidad institucional.

**Nota.** *Elaboración propia (2025), con base en la implementación del proyecto pedagógico STEM-PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas.*

## **6.12 Recursos Previstos (Económicos, Tecnologías, Materiales, Talento Humano)**

El desarrollo del proyecto requirió la articulación de recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros ajustados a las condiciones reales de la Institución Educativa Rural Departamental Peñas.

La planeación de estos recursos se realizó de manera participativa entre la coordinación académica, el docente investigador y los docentes del área técnica, dando prioridad a la sostenibilidad, la reutilización de materiales y el acceso libre a las herramientas digitales.

### **6.12.1 Recursos Humanos.**

El equipo principal estuvo conformado por el docente investigador, Alonso Martínez, responsable del diseño, implementación y sistematización de la estrategia; la diseñadora pedagógica, Jessica Alexandra Bonilla Ortiz, quien apoyó el desarrollo visual y metodológico de los instrumentos STEM-PC; la coordinadora académica, Adriana Fernández, encargada de la articulación institucional y la validación curricular; y las docentes Marcela Chacón y Martha Sánchez, del área de Lengua Castellana, quienes acompañaron la revisión de la redacción académica y la expresión oral de los estudiantes durante las sustentaciones.

Igualmente, participaron los 35 estudiantes de grado undécimo y los 28 de grado décimo, junto con el instructor técnico Simón Rodríguez, del SENA, en calidad de asesor externo en temas eléctricos y de seguridad industrial.

### **6.12.2 Recursos Tecnológicos.**

El proyecto se apoyó en herramientas digitales de libre acceso y software educativo gratuito, tales como Tinkercad para simulaciones de circuitos, AutoCAD Educativo para diagramación eléctrica, Canva y PowerPoint para el diseño de infografías y presentaciones, y Google Drive para la colaboración en línea y el almacenamiento de evidencias.

Gracias a estos recursos, se favoreció la integración de la tecnología en el aprendizaje, el trabajo colaborativo y la gestión eficiente de los materiales del proyecto.

### **6.12.3 Recursos Materiales.**

Se emplearon equipos del aula-taller de electricidad, como multímetros, tableros de prácticas, fuentes de alimentación, resistencias, cables y herramientas manuales básicas.

Aparte de esto, se utilizaron materiales reciclados (cartón, madera, componentes eléctricos en desuso) para la construcción de prototipos, promoviendo la sostenibilidad y la creatividad.

Las impresiones y reproducciones físicas de los instrumentos fueron asumidas por los estudiantes, con apoyo de los padres de familia.

#### **6.12.4 Recursos Económicos.**

El proyecto no implicó inversión monetaria directa, pues tanto el diseño como la implementación de los instrumentos se realizaron con los recursos ya existentes y con el tiempo aportado voluntariamente por los docentes y estudiantes.

Con esto, se muestra que la estrategia STEM-PC es viable, accesible y replicable en contextos rurales, donde el capital más valioso es el compromiso humano y pedagógico, no el financiero.

En conjunto, los recursos previstos reflejan una gestión eficiente y responsable del entorno educativo, basada en la colaboración, la innovación y la optimización del tiempo institucional.

## **7. Resultados y Análisis de Resultados**

### **7.1 Panorama General**

Entre febrero y noviembre de 2025 se ejecutó la estrategia STEM-PC con 35 estudiantes de 11.º (13 proyectos) y 28 de 10.º (formulación del reto y planeación). Los resultados se organizaron por fases, con su respectivo análisis y la manera como se socializaron y transfirieron a la institución. La descripción técnica de la estrategia y sus instrumentos (ficha de inscripción con reto STEM, infografía del ciclo STEM-PC, maqueta estructural y plantilla de presentación) se adjunta en los Anexos 2-5.

#### **Fase 1. Diagnóstico y línea base (2024 – enero 2025)**

Resultados. Se consolidó una línea base sobre la media técnica en electricidad: dispersión metodológica entre proyectos, debilidad en criterios de evaluación, escaso uso de simulación previa y redacción técnica heterogénea.

Análisis. A partir de esta línea base se delimitaron cuatro nudos críticos: (a) planeación, (b) coherencia técnico-metodológica, (c) comunicación técnica y (d) evaluación formativa. Estos nudos orientaron el diseño de los instrumentos.

#### **Fase 2. Diseño y validación de instrumentos (febrero-abril)**

Resultados. Se diseñaron y pilotearon los cuatro instrumentos de la estrategia. Participaron docentes del área técnica, coordinación académica y docentes de Lengua Castellana (validación comunicativa). Se ajustaron redacción, secuencia y rúbricas.

Análisis. Con esta validación colectiva se elevó la claridad de las indicaciones y se aseguró la alineación entre objetivos, evidencias y criterios. La participación de Lengua Castellana mejoró la maqueta estructural (coherencia, citación y estilo), y la coordinación académica garantizó su pertinencia institucional.

### **Fase 3. Implementación en aula–taller (mayo–septiembre)**

R Resultados — 10.º. Los 28 estudiantes completaron la ficha de inscripción con reto STEM, con orientación explícita al proceso computacional (descomposición, patrones, abstracción, algoritmos). La mayoría contextualizó su reto en necesidades del laboratorio o de la sede (seguridad, eficiencia, mantenimiento).

Resultados — 11.º. Los 35 estudiantes organizaron 13 proyectos con la maqueta estructural y prepararon infografías y presentaciones. Se utilizaron Tinkercad y AutoCAD Educativo para simular antes de montar.

Análisis. En 10.º, la ficha permitió hacer visible el razonamiento previo y mejoró la calidad de los objetivos y la delimitación del problema. En 11.º, la combinación simulación–taller redujo reprocesos y fortaleció el “debugging” técnico. Además, la infografía funcionó como guía rápida para sostener el hilo STEM–PC durante el semestre.

### **Fase 4. Socialización interna: presustentación (semana 35, 30 de octubre) y sustentación final (semana 37, 10 de noviembre)**

## **7.2 Resultados.**

Presustentación (30/10): se revisó la coherencia del ciclo STEM y la aplicación del pensamiento computacional con la rúbrica de avance. De allí surgieron ajustes de seguridad, orden de montaje y argumentación técnica.

Sustentación (10/11): defensa pública ante jurado institucional. Se valoró la redacción técnica (maqueta), la solvencia oral (plantilla), el funcionamiento y las validaciones del prototipo, además de la evidencia de PC.

Análisis. La doble instancia (pre y final) impulsó la mejora iterativa: los equipos que incorporaron las recomendaciones de la semana 35 lograron presentaciones más claras, con trazabilidad entre simulación, montaje y prueba. También se observó mejor dominio del vocabulario técnico y de la justificación de decisiones.

### **Fase 5. Síntesis y análisis comparativo (antes–después)**

**Resultados.** Frente a la línea base 2024, se observaron mejoras cualitativas en:

*Planeación:* todos los proyectos de 11.º presentaron una ruta de trabajo clara y un cronograma básico; en 10.º, la totalidad formuló retos STEM contextualizados.

*Coherencia técnico–metodológica:* la secuencia diagnóstica → diseño → construcción → evaluación quedó documentada en la maqueta y se mostró en la sustentación.

*Comunicación técnica:* hubo avances en redacción, citación y uso de recursos visuales (planos, diagramas, tablas APA en anexos) (véanse los Anexos 8 y 9).

*Evaluación formativa:* las rúbricas (presustentación / sustentación) dieron trazabilidad al progreso y permitieron auto y coevaluación.

En conjunto, el marco instrumentado (cuatro herramientas + rúbricas) actuó como un andamiaje pedagógico. La articulación CT–STEM se hizo visible en decisiones de diseño (dividir subproblemas, comparar patrones de fallas, abstraer esquemas, definir algoritmos de prueba). Aun así, persisten desafíos en: (a) tiempos de documentación para algunos equipos y (b) profundización en normas eléctricas específicas durante el montaje.

### **Fase 6. Cierre, sistematización e institucionalización (11–16 de noviembre)**

Resultados. El 16 de noviembre de 2025 se entregó a coordinación académica el informe consolidado con: versión final de instrumentos, rúbricas, ejemplos diligenciados, evidencias fotográficas y recomendaciones de uso. Los materiales quedaron archivados y registrados como recursos institucionales del área de Electricidad, con el compromiso de una actualización anual.

Análisis. Con este cierre formal se aseguró la continuidad y la transferencia: la estrategia deja de ser un piloto para convertirse en un modelo de trabajo de la media técnica, apto para replicarse en la sede Laguna en 2026.

**Nota.** El proyecto “*Emisora escolar rodante fotovoltaica*” fue institucionalizado como la emisora oficial de la Institución Educativa Rural Departamental Peñas, bajo el nombre Radio Peñas: La voz de los estudiantes. Esta iniciativa, desarrollada bajo el enfoque STEM y el pensamiento computacional, pasó de ser un proyecto de grado a convertirse en un medio permanente de comunicación escolar. Hoy en día, la emisora transmite contenidos educativos y culturales a través de su canal oficial en Spotify, tanto al inicio de la jornada como durante el descanso pedagógico, lo que ha promovido la participación estudiantil, la creatividad y el fortalecimiento de las competencias comunicativas. La información institucional y el acceso al canal se presentan en el Anexo 9.

### **Socialización y transferencia**

La estrategia STEM-PC fue socializada y transferida tanto al interior de la institución como hacia la comunidad educativa, consolidándose como un modelo de innovación pedagógica replicable.

En el ámbito interno, los resultados del proceso fueron presentados durante la jornada pedagógica del primer Día STEM+ (véase el Anexo 10) institucional, espacio en el que se socializaron los avances del proyecto y se compartieron con toda la comunidad educativa los instrumentos aplicados. Además, se entregó un kit digital conformado por las rúbricas, fichas, ejemplos y formatos editables, y se habilitó un repositorio en Google Drive del área técnica de Electricidad para su consulta y actualización permanente. De igual manera, se llevó a cabo una sesión de inducción dirigida a la coordinación académica, con el propósito de garantizar la continuidad del modelo y su articulación con las planeaciones institucionales de los años siguientes.

A nivel comunitario, la estrategia se dio a conocer mediante la sustentación de proyectos abierta a los padres de familia, en la cual los estudiantes presentaron los resultados de sus trabajos y participaron en un panel académico donde compartieron sus aprendizajes, destacando la aplicación del pensamiento computacional en la resolución de problemas reales. Este espacio permitió fortalecer el vínculo entre escuela, familia y comunidad, haciendo visible el impacto formativo del enfoque STEM-PC y su pertinencia en el contexto local.

En cuanto a la proyección institucional, se establecieron vínculos con el área de orientación escolar y con egresados del programa técnico, con el fin de delinear los retos STEM-PC del año 2026,



orientados a la transición energética, la seguridad eléctrica y el fortalecimiento de la innovación educativa rural.

### **Descripción técnica de la estrategia y del constructo pedagógico-tecnológico**

La estrategia STEM–PC se estructuró como una secuencia operacional integrada, que articula las fases del ciclo STEM (diagnóstico, diseño, construcción y evaluación) con los procesos del pensamiento computacional: descomposición, identificación de patrones, abstracción, diseño de algoritmos y depuración.

Esta integración se operativizó mediante instrumentos pedagógicos estandarizados y de libre acceso, elaborados conforme a las normas APA, séptima edición, con el fin de garantizar uniformidad y rigor académico.

Los principales instrumentos (constructos) fueron:

- Ficha de inscripción con reto STEM, para la planeación inicial del proyecto y la explicitación del pensamiento computacional.
- Infografía del ciclo STEM–PC, como guía visual y operativa para los estudiantes.
- Maqueta estructural, documento técnico que organiza los capítulos, evidencias y criterios de evaluación del proyecto.
- Plantilla de presentación, que orienta la comunicación oral y visual de los resultados.

Todos los instrumentos son editables, transferibles y actualizables, permitiendo su reutilización en ciclos académicos posteriores y su adaptación a otras especialidades técnicas.

La implementación de la estrategia STEM–PC permitió elevar la calidad metodológica y técnica de los proyectos de la media técnica, al estructurar los procesos de diseño y hacer visible el pensamiento computacional que subyace a la resolución de problemas eléctricos. De igual forma, la doble evaluación formativa —realizada en las semanas 35 y 37— posibilitó ajustes iterativos y otorgó trazabilidad al aprendizaje, consolidando la autonomía y la autorregulación de los estudiantes.

La viabilidad en contexto rural se comprobó al ejecutarse sin requerir inversión económica directa, aprovechando recursos institucionales existentes, el tiempo docente y la colaboración estudiantil.

De cara a los próximos ciclos, se recomienda:



- Iniciar con mayor anticipación los talleres de redacción técnica y comunicación científica.
- Profundizar la verificación normativa y de seguridad en el montaje de prototipos.
- Fortalecer el repositorio institucional de buenas prácticas, incluyendo videos breves de depuración (“debugging”) y listas de chequeo de seguridad eléctrica.

## 6 Conclusiones

El desarrollo del proyecto “Diseño, implementación y análisis de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional para fortalecer los proyectos de la media técnica en electricidad en la IERD Peñas (Cucunubá, Cundinamarca)” dejó claro que la innovación educativa en contextos rurales es viable cuando se entrelazan la práctica técnica, la reflexión pedagógica, la colaboración docente y el compromiso estudiantil.

Con esto en mente, se presentan a continuación las conclusiones generales y específicas según los objetivos planteados.

### *Conclusión general*

La aplicación de la estrategia pedagógica STEM–PC fortaleció de manera notable la calidad técnica, metodológica y comunicativa de los proyectos de la media técnica en electricidad. Los resultados mostraron que, aun con limitaciones tecnológicas, es posible llevar adelante procesos de enseñanza que integren la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas con el pensamiento computacional, siempre que se ajusten a las particularidades del contexto rural.

La estrategia consolidó un modelo de trabajo ordenado, replicable y sostenible, que hoy hace parte del acervo institucional de la IERD Peñas.

En términos de participación, el 100 % de los estudiantes de grado décimo ( $n = 28$ ) formuló su reto STEM y el 93 % de los estudiantes de grado undécimo ( $n = 35$ ) completó el proceso de sustentación del proyecto de grado.

Un grupo de décimo presentó su sustentación de manera virtual mediante video, debido al embarazo avanzado de una de sus integrantes, mientras que otro grupo, con retraso en la entrega, realizará la sustentación en la fecha de cierre académico.

En undécimo, solo un estudiante (3 %) no cumplió con la entrega ni la sustentación del proyecto, caso que fue remitido a la coordinación académica por tratarse de un requisito obligatorio para la titulación, según el PEI institucional.

Con estos datos, se observa un nivel de cumplimiento general del 96 %, lo que muestra la apropiación de los instrumentos y la efectividad del acompañamiento pedagógico. A esto se suma la identificación de dos estudiantes con capacidades diversas en grado décimo, quienes participaron activamente con apoyo diferenciado, reafirmando la importancia de seguir ajustando los instrumentos pedagógicos hacia la inclusión y la equidad educativa.

El desarrollo del Primer Día STEM+, realizado el 7 de noviembre de 2025, permitió socializar los resultados del proceso con la comunidad educativa e integrar nuevas áreas como Artes, Inglés, Tecnología e Informática y Ciencias Naturales, ampliando el enfoque hacia una visión STEAM+ contextualizada y participativa. Este evento marcó un hito institucional al consolidar la transversalidad de la estrategia y proyectarla como una línea de trabajo estable dentro de la media técnica..

### ***Conclusiones específicas según los objetivos***

*Diagnosticar las condiciones pedagógicas, metodológicas y técnicas de los proyectos de la media técnica.*

El diagnóstico inicial mostró la ausencia de instrumentos pedagógicos, criterios unificados y una secuencia lógica en la planeación y evaluación de los proyectos. Este hallazgo permitió comprender que los procesos técnicos no estaban acompañados de una estructura metodológica clara.

La sistematización de esta información sirvió como base para el diseño de los instrumentos y mostró que las necesidades institucionales pueden convertirse en oportunidades de innovación cuando se abordan con análisis y reflexión docente.

*Diseñar y validar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional.*



El proceso de diseño colaborativo entre docentes del área técnica, de Lengua Castellana y la coordinación académica dio lugar a una estrategia coherente y contextualizada.

La validación mostró una aceptación institucional del 100 % entre los actores involucrados y dejó claro que los instrumentos (ficha de inscripción, infografía, maqueta estructural y plantilla de presentación) cumplen con los principios de claridad, pertinencia y aplicabilidad.

La experiencia confirmó que el trabajo interdisciplinario potencia la calidad del diseño educativo y fortalece la apropiación institucional de las herramientas.

*Implementar la estrategia pedagógica con los estudiantes de los grados décimo y undécimo.*

La implementación permitió integrar el pensamiento computacional a través de las fases del ciclo STEM: diagnóstico, diseño, construcción y evaluación.

El 95 % de los estudiantes mostró avances en la secuenciación lógica de tareas, la solución de problemas y la comunicación técnica.

En la pre-sustentación (30 de octubre de 2025) se observaron mejoras notorias en la organización de ideas y en el uso del lenguaje especializado, mientras que en la sustentación final (10 de noviembre de 2025) se resaltaron la claridad argumentativa y la comprensión de los principios eléctricos aplicados.

Las adaptaciones realizadas a los grupos con condiciones especiales dejaron ver la flexibilidad del modelo y su potencial para promover un aprendizaje equitativo y colaborativo.

*Analizar los resultados derivados de la aplicación de la estrategia.*

El análisis de resultados permitió ver un cambio sustancial en la estructura y calidad de los proyectos desarrollados en 2025 frente al trabajo realizado el año anterior. En 2024, las presentaciones de los estudiantes se limitaban a muestras descriptivas sin soporte técnico, metodológico ni aplicación del enfoque STEM, mientras que en 2025 se logró consolidar una secuencia de trabajo estructurada que integró el pensamiento computacional y el ciclo de diseño STEM en todas las fases del proceso.

Aunque no fue posible establecer una comparación cuantitativa formal, la revisión cualitativa dejó ver un avance notorio en la coherencia metodológica y la calidad técnica de los proyectos.

Los productos finales de 2025 mostraron una mayor integración entre la teoría y la práctica, el uso de lenguaje técnico apropiado y la incorporación de soluciones contextualizadas al entorno rural.

A la par, la implementación de los instrumentos pedagógicos (ficha, infografía, maqueta y plantilla de sustentación) permitió que los estudiantes desarrollaran prototipos funcionales, sustentaciones argumentadas y documentos técnicos organizados conforme a estándares académicos.

En conjunto, la estrategia transformó la experiencia de los proyectos de grado, pasando de ser un ejercicio aislado a convertirse en un proceso formativo articulado y reflexivo, que fortaleció la autonomía, la planeación y el pensamiento crítico de los estudiantes.

*Promover la sostenibilidad y transferencia institucional de la estrategia.*

El cierre del proyecto, con la entrega de los instrumentos finales y su registro en el área técnica, aseguró la institucionalización de la propuesta.

El 100 % de los docentes del área técnica y de Lengua Castellana manifestó su disposición para mantener el uso de los instrumentos en los próximos ciclos académicos.

El compromiso de actualización periódica permitirá que la estrategia evolucione con las necesidades de la comunidad educativa. A esto se suma que la posibilidad de replicarla en la sede Laguna amplía su alcance social y educativo.

El acompañamiento de la coordinación académica y el trabajo conjunto entre docentes de diferentes áreas dejó ver que la sostenibilidad pedagógica depende más de la cooperación que de los recursos materiales.

El proyecto STEM-PC reafirma que la innovación educativa no requiere grandes inversiones económicas, sino planeación, sentido pedagógico y trabajo colaborativo.

El enfoque permitió resignificar la educación técnica rural, al integrar la práctica con la reflexión y la tecnología con el propio contexto.



Se fortalecieron competencias del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación técnica y la autonomía, que preparan a los estudiantes para desenvolverse en escenarios laborales y académicos con criterio y responsabilidad.

Por otra parte, la participación activa de los docentes y el protagonismo de los estudiantes convirtieron la estrategia en un proceso de transformación institucional que aporta a la equidad educativa y al reconocimiento del valor formativo de la educación técnica en el desarrollo local.

## 7 Visión Prospectiva del Proyecto

La implementación de la estrategia STEM-PC en la IERD Peñas dejó una huella importante en la manera como se concibe y se vive la educación técnica en el área de electricidad. Más que un proyecto puntual, terminó convirtiéndose en una experiencia compartida entre estudiantes y docentes, donde cada fase permitió descubrir que innovar no siempre requiere más recursos, sino mejores ideas, trabajo conjunto y una verdadera intención de enseñar con sentido.

Con base en este proceso, se presentan las principales lecciones aprendidas, fortalezas, oportunidades de mejora, recomendaciones e ideas de continuidad, que orientan la proyección del trabajo hacia los próximos años.

### Lecciones aprendidas

- Trabajar juntos multiplica los resultados. Cuando los docentes del área técnica y de Lengua Castellana unieron esfuerzos, los estudiantes comprendieron mejor qué significa escribir, explicar y sustentar un proyecto técnico.
- El pensamiento computacional no es solo programar. Es pensar con orden, analizar un problema, dividirlo en partes y encontrar soluciones lógicas y creativas. Los estudiantes aprendieron a aplicar este proceso casi sin notarlo, simplemente resolviendo retos reales del laboratorio.
- La innovación no se mide por el dinero invertido. Todo el proyecto se desarrolló con los recursos disponibles en la institución. El mayor aporte fue el tiempo, la planificación y la voluntad de los participantes.
- El entorno rural puede ser un aula viva. Los proyectos nacieron de las mismas necesidades del entorno: reparar instrumentos, mejorar la seguridad eléctrica o aprovechar la energía solar. Así, el aprendizaje tuvo un propósito claro y cercano a la comunidad.



- La evaluación puede ser un proceso que motiva. Las rúbricas de presustentación y sustentación no fueron un filtro, sino una oportunidad para reflexionar, mejorar y sentirse más seguros antes de presentar el proyecto final.
- El lenguaje también forma parte de la técnica. La manera de redactar, argumentar y comunicar las ideas fortaleció la seguridad de los estudiantes al exponer, dejando ver que saber decir lo que se sabe también es una competencia técnica.
- Cuando la institución se compromete, el proyecto permanece. La inclusión de los instrumentos en el archivo del área técnica garantiza que este trabajo siga vivo, se actualice y sirva de guía para futuras generaciones.

### **Fortalezas del proceso**

- La estrategia STEM–PC demostró ser flexible y adaptable, ajustándose al contexto rural sin perder rigor técnico ni pedagógico.
- Se consolidó una integración interdisciplinaria real, uniendo áreas que antes trabajaban por separado.
- Los estudiantes asumieron roles de liderazgo y mostraron autonomía en cada fase del proceso.
- Los instrumentos pedagógicos se validaron en la práctica y quedaron preparados para ser reutilizados.
- Se fortalecieron competencias del siglo XXI, como la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación y el trabajo en equipo.
- El reconocimiento obtenido en la Feria Agroindustrial del SENA (Chía, 2025) con el proyecto de la emisora escolar rodante fotovoltaica dejó ver el impacto real del enfoque STEM–PC más allá del aula.

### **Oportunidades de mejora**

- Fortalecer el componente técnico, especialmente en el uso y revisión de normas eléctricas, para que los proyectos mantengan altos estándares de seguridad.
- Seguir formando a los docentes en temas de integración STEM y pensamiento computacional, de modo que se garantice la continuidad de la estrategia.
- Mejorar la organización del tiempo, comenzando la orientación de los proyectos desde el primer período del año escolar.



- Crear materiales digitales sencillos (videos o guías) que sirvan como ejemplos y apoyen el trabajo de los nuevos grupos.
- Involucrar más a la comunidad y a los padres de familia, mostrando el valor social y productivo de la educación técnica.
- Promover el uso responsable de la energía y la sostenibilidad ambiental como parte central de los futuros retos STEM.

### **Recomendaciones**

- Mantener la estrategia STEM-PC como un componente permanente del plan de estudios del área técnica.
- Replicar el modelo en otras sedes rurales, adaptándolo a sus particularidades.
- Crear un banco institucional de proyectos, donde se conserven las fichas, infografías y maquetas para consulta.
- Incluir desde grados inferiores actividades que desarrollen pensamiento lógico y creatividad, preparando a los estudiantes para la media técnica.
- Organizar cada año una feria de proyectos STEM-PC, donde los estudiantes compartan sus resultados con la comunidad.
- Continuar fortaleciendo la relación entre las áreas de Electricidad, Tecnología, Informática y Lengua Castellana.
- Mantener contacto con el SENA y con redes STEM departamentales, aprovechando oportunidades de formación y divulgación.

### **Ideas para nuevos proyectos**

El desarrollo del proyecto Diseño, implementación y análisis de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y la estructuración del pensamiento computacional para fortalecer los proyectos de la media técnica en electricidad en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (Cucunubá, Cundinamarca) representó un punto de inflexión en la manera de concebir el aprendizaje técnico en contextos rurales. Su aplicación dejó ver que los estudiantes no solo pueden integrar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en situaciones reales, sino que también logran desarrollar



competencias comunicativas, creativas y sociales cuando el aprendizaje se construye desde la experiencia y la colaboración.

El proceso culminó con la realización del primer Día STEM+, celebrado el 7 de noviembre de 2025, que reunió a las áreas de Electricidad, Ciencias Naturales, Tecnología e Informática, Artes e Inglés. Durante esta jornada, los estudiantes socializaron sus proyectos, presentaron prototipos y mostraron la aplicabilidad del pensamiento computacional y del enfoque STEM en la resolución de problemas reales. Este evento se convirtió en un espacio de integración curricular y de fortalecimiento de la identidad institucional, consolidando a la IERD Peñas como un referente en innovación pedagógica rural.

A partir de los resultados obtenidos, se proyecta la realización del Segundo Día STEM+ STEAM+ en 2026, con el propósito de ampliar la participación de otras áreas del conocimiento y avanzar hacia una visión más integral del aprendizaje. En esta nueva edición, se espera incorporar proyectos que integren el arte, la comunicación, las ciencias sociales y el componente ambiental, bajo la idea de que la creatividad, la técnica y la sostenibilidad pueden coexistir en una misma experiencia educativa. El evento se plantea como un espacio anual de encuentro entre estudiantes, docentes y comunidad, donde la innovación, la cultura y la tecnología se articulen en torno a un propósito común: transformar la educación desde la práctica y el contexto.

Esta proyección reafirma la intención institucional de mantener viva la estrategia STEM-PC como eje articulador del currículo de la media técnica, fortaleciendo la interdisciplinariedad, la pertinencia local y la formación para la vida. A la vez, propone consolidar una red de aprendizaje colaborativo entre grados y áreas, de modo que el trabajo realizado por los estudiantes de undécimo pueda servir como guía y acompañamiento para quienes inician su proceso en décimo.

En síntesis, la visión prospectiva del proyecto se orienta hacia la consolidación de una cultura institucional basada en el pensamiento computacional, la integración de saberes y la innovación social, donde el conocimiento técnico se vincule con la sensibilidad artística, el compromiso ambiental y el desarrollo sostenible. De esta forma, el proyecto trasciende su carácter investigativo para convertirse en una propuesta educativa viva, en permanente construcción y mejora, capaz de inspirar nuevas experiencias de aprendizaje significativo en la IERD Peñas y en otras instituciones rurales del país.

## 8 Consideraciones Éticas

El desarrollo del proyecto se realizó bajo los principios de ética educativa y de investigación, asegurando en todo momento el respeto por los participantes, la protección de los datos y la transparencia en el uso de la información. Todas las acciones estuvieron enmarcadas en las políticas institucionales de la IERD Peñas y en la normativa vigente sobre investigación con menores de edad.

La información se obtuvo en el contexto de las actividades académicas propias de la media técnica en electricidad, a través de entrevistas semiestructuradas con docentes, análisis de proyectos elaborados por los estudiantes y revisión de los instrumentos pedagógicos implementados.

Antes de iniciar el proceso, se informó a todos los participantes sobre los objetivos del trabajo, el uso de la información y la confidencialidad de los datos. La participación fue completamente voluntaria y se garantizó el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias académicas o institucionales.

Para los estudiantes menores de edad se gestionaron los procesos de consentimiento informado con los acudientes y el asentimiento informado con los propios estudiantes, siguiendo las orientaciones éticas planteadas por Oliu y Bosch (2021). Se explicó el alcance del proyecto de manera clara, ajustada a su nivel de comprensión, y se evitó cualquier tipo de riesgo físico, psicológico o académico.

Los proyectos desarrollados por los estudiantes fueron tratados como producciones académicas institucionales, no como evaluaciones personales. Se aplicaron procedimientos de anonimización y codificación para proteger la identidad de los autores. Las entrevistas realizadas a los docentes se grabaron únicamente con fines de análisis y fueron eliminadas después de su transcripción. Ningún registro de voz, imagen o dato personal fue publicado fuera del entorno educativo.

Durante las presustentaciones (semana 35) y las sustentaciones finales (semana 37), se utilizaron rúbricas diseñadas para valorar la aplicación del pensamiento computacional y del ciclo STEM, asegurando una evaluación formativa y respetuosa. Los resultados se presentaron de manera global, sin identificar a los estudiantes por nombre, resaltando los aprendizajes colectivos y evitando comparaciones individuales.

El análisis de los datos fue realizado de manera manual por los investigadores, garantizando la confidencialidad y evitando el uso de plataformas externas o programas de análisis automatizado. Se priorizó la interpretación cualitativa y pedagógica, enfocada en comprender los avances y aprendizajes de los participantes, sin emitir juicios personales ni valoraciones subjetivas.

El proyecto contó con el acompañamiento y aprobación de la coordinación académica (Adriana Fernández) y con la participación activa de los docentes del área técnica y de Lengua Castellana (Marcela Chacón y Martha Sánchez). Los investigadores Jessica Alexandra Bonilla Ortiz y Noel Alonso Martínez Moreno asumieron la responsabilidad ética y académica del proceso, asegurando el reconocimiento de autoría y la transparencia en la presentación de los resultados.

Finalmente, se garantiza que el proyecto no implicó riesgos económicos, físicos ni psicológicos, y que su desarrollo aportó al fortalecimiento de una cultura ética, crítica y responsable en la educación técnica, consolidando la estrategia STEM-PC como un modelo de formación con sentido humano y social.

En coherencia con estas consideraciones éticas, se reconoce que tanto los estudiantes como los investigadores emplearon herramientas de inteligencia artificial como apoyo en procesos de redacción y revisión lingüística. Este uso, propio de los entornos educativos actuales, nunca sustituyó el análisis pedagógico, la reflexión metodológica ni el juicio investigativo humano. Por ello, la presencia de fragmentos detectados por software de identificación de IA no puede deslegitimar el rigor ni la autenticidad del trabajo realizado. Más bien, invita al comité académico a valorar el proyecto desde la solidez de su diseño, la pertinencia del enfoque y el aporte real al contexto rural, entendiendo que el uso responsable de estas herramientas también hace parte de las prácticas contemporáneas de escritura y aprendizaje.

De manera transparente, se deja constancia de que durante la revisión lingüística del documento se empleó la herramienta ChatGPT 5.1 únicamente como apoyo redaccional y organizativo. Todas las decisiones metodológicas, las interpretaciones de los datos y las conclusiones fueron desarrolladas directamente por los investigadores. El uso de la IA se mantuvo dentro de principios éticos de responsabilidad, claridad y honestidad académica, reafirmando que la herramienta funcionó como un recurso de acompañamiento y no como sustituto del proceso investigativo.

## Referencias

- Agencia Nacional de Minería.** (2024). *Expectativas de las comunidades – Cucunubá*.  
<https://www.anm.gov.co>
- Alcaldía de Cucunubá.** (2024, mayo 31). *Aprobación del Plan de Desarrollo 2024–2027 (Acuerdo 006 de 2024)*. <https://cucunubacundinamarca.micolombiadigital.gov.co>
- Arias, F., & Jiménez, L.** (2022). *Innovación educativa y pensamiento computacional en la formación técnica: experiencias desde el enfoque STEM*. Editorial Magisterio.
- Barragán, D., & Hernández, C.** (2021). *Metodologías activas y aprendizaje basado en proyectos en la educación media técnica*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Bers, M. U.** (2022). *Beyond coding: How children learn values through programming*. MIT Press.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kamylyis, P., & Punie, Y.** (2016). *Developing computational thinking in compulsory education: European policy and practice*. European Commission, Joint Research Centre.
- Bonilla Ortiz, J. A., & Martínez Moreno, N. A.** (2025). *Diseño e implementación de estrategias pedagógicas STEM–PC en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas*. Documento inédito, Universidad Santo Tomás.
- British Council Colombia.** (2024). *Colombia Programa: Innovando la educación a través del pensamiento computacional*. <https://www.britishcouncil.co/sistemas-educativos/colegios/colombia-programa>
- Bybee, R. W.** (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- Cañete, E., Guilhem, D., & Brito, K.** (2012). El consentimiento informado como herramienta de mediación ética en la investigación educativa. *Revista Bioética*, 20(1), 92–102.
- Codina, A.** (2023). *El estudio de caso como metodología de investigación aplicada en contextos educativos*. Universidad de Barcelona.



**Coller, X.** (2005). *Estudio de casos como técnica de investigación: fundamentos y aplicaciones en ciencias sociales*. Centro de Investigaciones Sociológicas.

**Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.** (2025, abril 17). *CAR impone sanciones por más de \$19 500 millones a 10 minas de carbón*. <https://www.car.gov.co>

**Departamento Nacional de Planeación.** (2024). *Ficha TerriData – Cucunubá (Código 25224)*. [https://terridata.blob.core.windows.net/fichas/Ficha\\_25224.pdf](https://terridata.blob.core.windows.net/fichas/Ficha_25224.pdf)

**Fernández, A., Chacón, M., & Sánchez, M.** (2025). *Validación institucional de los instrumentos pedagógicos STEM-PC en la IERD Peñas*. Coordinación Académica IERD Peñas.

**Forsström, S., & Bond, V.** (2024). Computational thinking measurement: A critical meta-synthesis. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 6(4), 1–23.

<https://doi.org/10.21585/ijcses.v6i4.208>

**Fundación Empresarios por la Educación – ExE.** (2024). *Diagnóstico general del sistema educativo para las 9 ETC de Cundinamarca 2024–2027*.

**García-Fuentes, R., López, M., & Salcedo, P.** (2023). Implementación del enfoque STEM en instituciones rurales: retos y oportunidades para la educación técnica. *Revista Colombiana de Educación*, 86(2), 43–59.

**García-Peñalvo, F. J.** (2020). Digital transformation in education: Challenges and opportunities. *Education in the Knowledge Society*, 21(1), 9–18. <https://doi.org/10.14201/eks.23013>

**Gobernación de Cundinamarca.** (2024). *Plan de Desarrollo “Compromiso total por Cundinamarca” 2024–20*. <https://www.cundinamarca.gov.co>

**Gobernación de Cundinamarca.** (2025, octubre). *Aulas STEM: la revolución educativa que impulsa el futuro de Cundinamarca*. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/aulas-stem-la-revolucion-educativa-que-impulsa-el-futuro-de-cundinamarca>

**Grover, S., & Pea, R.** (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>

**Hargreaves, A.** (2019). *Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity*. Teachers College Press.



**Hargreaves, A., & Fullan, M.** (2012). *Professional capital: Transforming teaching in every school*. Teachers College Press.

**Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C.** (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

**Hmelo-Silver, C. E.** (2017). The challenges and promises of problem-based learning. *Educational Psychology Review*, 29(2), 261–292.

**Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H.** (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

**Institución Educativa Rural Departamental Peñas (IERD).** (2025). *Plan de área técnica – Electricidad 2025*. Documento institucional, Cucunubá, Cundinamarca.

**Li, X., & Oon, L. H.** (2024). The transfer effect of computational thinking (CT)–STEM: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(59).

**Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M.** (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? *Science Education*, 103(4), 799–822.

**Martínez-Moreno, N. A.** (2025). *Diseño, implementación y análisis de instrumentos pedagógicos STEM–PC para proyectos en electricidad (IERD Peñas)*. Documento institucional.

**Ministerio de Educación Nacional.** (2023). *Orientaciones pedagógicas para la educación media técnica en Colombia*. MEN.

**Ministerio de Educación Nacional.** (2025). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*. Colombia Aprende. <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>

**Ministerio TIC.** (2025). *¡Descubre cómo Colombia Programa está transformando la educación en pensamiento computacional!* <https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/w3-article-403363.html>

**Ministerio TIC.** (2025). *Colombia Programa: ¿Qué es Colombia Programa?* <https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/w3-propertyvalue-916000.html>

**Mono, S.** (2023). *Pensamiento computacional en la educación técnica colombiana: avances, desafíos y proyecciones*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



**Montuori, C., Gambarota, F., Altoé, G., & Arfé, B.** (2024). The cognitive effects of computational thinking: A systematic review and meta-analytic study. *Computers & Education, 210*, 104778.

**Oliu, M., & Bosch, L.** (2021). Ética de la investigación con menores: consentimiento y asentimiento informado. *Revista de Educación y Desarrollo, 58*(3), 45–52.

**Perrenoud, P.** (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó.

**Rodríguez, S., & Martínez, N.** (2024). *Diseño y validación de estrategias pedagógicas en la educación técnica rural: experiencias desde Cundinamarca*. Fondo Editorial Educativo.

**SENA.** (2023). *Normas de competencia laboral del área de electricidad*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

**Stewart, J.** (2025). *Fundamentos de investigación básica y aplicada en educación tecnológica*. Pearson Educación.

**Sun, C., Yang, S., & Becker, B.** (2024). Debugging in computational thinking: A meta-analysis on the effects of interventions on debugging skills. *Journal of Educational Computing Research, 62*(1), 1–27.

**Tobón, S.** (2017). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo y didáctica*. ECOE Ediciones.

**Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME.** (2024, diciembre). *Minería en cifras – Boletín 12/2024*. <https://www1.upme.gov.co/simco>

**UNESCO.** (2022). *Educación STEM para todos: guía práctica para docentes y directivos escolares*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO).

**UNESCO-UNEVOC.** (2022). *Transforming TVET for successful and just transitions: UNESCO strategy for TVET 2022–2029*. UNESCO.

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

**Wing, J. M.** (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology, 25*(3), 7–14.



**Xu, X., & Ouyang, F.** (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, *11*(45).

**Yeni, S., Grgurina, N., Saeli, M., Hermans, F., & Barendsen, E.** (2024). Interdisciplinary integration of computational thinking in K–12 education: A systematic review. *Informatics in Education*, *23*(1), 223–278.

**Yin, R.** (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

**Zhou, S., Dong, Z., Wang, H.-H., & Chiu, M. M.** (2025). A meta-analysis of STEM integration on student academic achievement. *Research in Science Education*, *55*, 1273–1302.

**Zhu, H., Liu, Y., & Zhang, M.** (2025). Systematic review and meta-analysis of the impact of STEM education on students' learning outcomes. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1579474.



## Anexos

### Anexo 1. Entrevista semiestructurada aplicada como parte del diagnóstico institucional para el diseño de la estrategia STEM-PC (IERD Peñas, 2024).



ÁREA TÉCNICA - ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
IERD PEÑAS

*Entrevista semiestructurada aplicada a docentes y estudiantes para el diagnóstico de los proyectos de grado en la media técnica en electricidad*

Buenos días/tardes.

Gracias por disponer de este espacio. Antes de iniciar, quiero informarle que esta entrevista hace parte del diagnóstico institucional que estamos realizando para mejorar el desarrollo de los proyectos de grado en la media técnica en electricidad de la IERD Peñas. Con su autorización, la entrevista será grabada y posteriormente transcrita. Esto nos permitirá analizar con precisión sus respuestas y determinar las falencias, necesidades y dificultades reales que existen en la planeación, desarrollo y presentación de los proyectos de grado.

Toda la información que usted comparta será confidencial y se utilizará únicamente con fines académicos para diseñar y fortalecer los instrumentos pedagógicos y técnicos que conforman la estrategia STEM-PC.

**Antes de comenzar con las preguntas, por favor indique:**

- su nombre
- el rol que desempeña o desempeñó en la institución (docente del área técnica, docente de otra área, estudiante de 10.º u 11.º, o exalumno),
- y, si aplica, sus años de experiencia o el año en que cursó la media técnica.

La entrevista tendrá una duración aproximada de 10 a 15 minutos. Muchas gracias por su disposición y por contribuir a este proceso de mejora institucional.

#### Preguntas para docentes

- ¿Qué orientaciones o documentos institucionales reciben actualmente los estudiantes para planear o iniciar su proyecto de grado?
- ¿La institución cuenta con una ruta o guía formal que describa paso a paso cómo debe desarrollarse un proyecto de grado en el área técnica?
- ¿Existen criterios de evaluación unificados para valorar los proyectos de grado, o cada docente utiliza sus propios criterios?
- ¿Qué formatos, plantillas, rúbricas o instrumentos se emplean actualmente, si existen, para acompañar el desarrollo del proyecto de grado?
- ¿Cómo describiría la coherencia técnica y metodológica entre las fases del proyecto que presentan los estudiantes?
- ¿Qué tan claro es para los estudiantes el proceso completo (planeación, diseño, ejecución y presentación)?
- ¿Qué herramientas o recursos tecnológicos utilizan los estudiantes durante el desarrollo del proyecto? ¿Son suficientes?
- ¿Diría que el proceso de los estudiantes es más bien empírico, o existe un marco metodológico definido para orientarlos?
- ¿Qué instrumentos o apoyos considera que hacen más falta para fortalecer la calidad técnica y pedagógica de los proyectos de grado?

#### Preguntas para estudiantes

- Cuando inició su proyecto de grado, ¿qué indicaciones o documentos recibió para saber cómo organizarlo?
- ¿Contaba con alguna guía, formato o plantilla que le indicara qué información debía incluir o cómo debía avanzar?
- ¿Qué tan claro tenía los pasos técnicos para desarrollar su proyecto?
- ¿Le informaron desde el inicio cómo sería evaluado su proyecto? ¿Conocía los criterios de evaluación?
- ¿La institución le proporcionó ejemplos o modelos de proyectos anteriores?
- ¿Qué tipos de acompañamiento o seguimiento recibió por parte de los docentes? ¿Considera que fue suficiente?
- ¿Qué herramientas o recursos tecnológicos utilizó para desarrollar su proyecto? ¿Le hicieron falta otros?
- ¿Qué tan fácil o difícil fue entender la secuencia del proceso (planear, diseñar, ejecutar, presentar)?
- ¿Qué fue lo más difícil de hacer sin tener una guía o formato claro?
- Si pudiera mejorar algo del proceso, ¿qué instrumento, guía o apoyo considera que hubiera sido útil tener?

#### Pregunta adicional para EXALUMNOS

Desde su experiencia como exalumno, ¿qué recuerda del proceso de proyecto de grado en cuanto a la organización, la orientación recibida y la forma de evaluarlo? ¿Qué elementos considera que hicieron falta y que hubieran facilitado su trabajo en ese momento?

Cordialmente: Alonso Martínez \_ Docente Área Técnica- Especialidad electricidad



**Anexo 2. Instrumento de inscripción de proyecto de grado con reto STEM y pensamiento computacional.**



ÁREA TÉCNICA - ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD IERD PEÑAS  
Ficha inscripción proyecto de grado.



Título del proyecto	<i>Debe comenzar con un verbo en infinitivo que indique la acción principal del trabajo. Debe expresar qué se va a hacer, con qué propósito y en qué contexto. El título debe ser claro, corto y fácil de entender.</i>		Fecha de entrega 16 de septiembre de 2025
Integrante(s).	Especialidad	Curso	
<i>Anota los nombres completos de todos los estudiantes que participan en el proyecto. Si trabajas solo, escribe únicamente tu nombre.</i>	Electricidad	1001 (2025)	
<b>Reto STEM:</b> <i>Describe el problema o necesidad que busca resolver tu proyecto y explica brevemente cómo se relaciona con las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.</i>			
<b>Formulación del problema:</b> <i>Redacta una pregunta clara que exprese el problema central que tu proyecto intenta responder o solucionar. Debe mostrar lo que se quiere mejorar o cambiar.</i>			
<b>Justificación:</b> <i>Explica por qué elegiste este proyecto y cuál es su importancia. Indica a quién beneficia, qué aporta a la institución o al entorno y qué te motivó a realizarlo.</i>			
<b>Objetivo general:</b> <i>Escribe de forma breve y concreta qué quieres lograr con el proyecto. Debe expresar el propósito principal del trabajo.</i>			
<b>Descripción del proyecto:</b> <i>Explica en qué consiste tu proyecto, qué planeas hacer y cómo lo vas a desarrollar. Incluye las ideas principales del diseño, la construcción y la aplicación práctica.</i>			
<b>Presupuesto:</b> <i>Anota los materiales, herramientas y recursos que necesitas para el proyecto, junto con sus costos aproximados o valores estimados.</i>	Aprob. docente electricidad:	Rev. director de curso:	
<b>Aceptación y compromiso Padres de familia /Acudientes</b>			
Nombre de padres de familia	Firma de padres de familia	Contacto telefónico	

*Nota.* Solo se incluye la primera hoja del formato original de dos páginas correspondiente al año lectivo 2025–2026.



Anexo 3. Infografía “Ciclo STEM-PC”.

**IERD PEÑAS**  
Cucunubá - Cundinamarca

Nombre del proyecto

**Integrantes**  
Integrante 1  
Integrante 2

**Especialidad Electricidad**  
Lic. Alonso Martínez

**RETO STEM**

¿Cómo podemos enfrentar esta situación aplicando un enfoque STEM?

**PROBLEMA**  
Describe el problema identificado y por qué es importante resolverlo.

**PROCESO COMPUTACIONAL**

- Descomposición
- Abstracción
- Algoritmos
- Evaluación

**SOLUCIÓN**  
Explica cómo se resolvió con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

**CICLO DE DISEÑO STEM**

- Plantear problema
- Recolectar datos
- Modelar
- Aplicar normas
- Comunicar

**IMPACTO STEM Y COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI**

- Ciencia → Energía Impacto: comprensión del aprovechamiento de recursos naturales
- Tecnología → Software
- Ingeniería → Electricidad
- Matemáticas → Cálculo
- Pensamiento crítico y resolución de problemas
- Creatividad e innovación
- Competencia digital y tecnológica
- Colaboración y trabajo en equipos
- Conciencia global y sostenibilidad

**RESULTADOS ESPERADOS**

- Seguridad
- Eficiencia
- Innovación
- Sostenibilidad

Recurso visual elaborado con Canva y PowerPoint que explica las etapas del proceso STEM (diagnóstico, diseño, construcción y evaluación) y las fases del pensamiento computacional. Utilizado como guía metodológica y de comunicación.



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

*Anexo 4. Portada del “Instrumento de maqueta estructural de proyectos de la media técnica, especialidad de electricidad en la I.E.R.D. Peñas” – Primera hoja ilustrativa*



ÁREA TÉCNICA\_ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD IERD PEÑAS



i

**TÍTULO DEL PROYECTO (COLOCAR EL NOMBRE DEL PROYECTO)**

***(NOMBRE DEL ESTUDIANTE EN MAYÚSCULA)***

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL DEPARTAMENTAL PEÑAS**

**AREA TÉCNICA**

**TÉCNICA DE ELECTRICIDAD**

**CUCUNUBÁ, CUNDINAMARCA**

**2025**

*Nota.* Se presenta únicamente la primera hoja del instrumento compuesto por 25 páginas. Este documento corresponde a la guía utilizada para la elaboración y evaluación de proyectos de la media técnica en Electricidad, bajo el enfoque STEM y pensamiento computacional.



*Anexo 5. Plantilla de presentación técnica (diapositivas). Modelo digital utilizado por los estudiantes para la sustentación de sus proyectos – Diapositiva ilustrativa*

**IERD PEÑAS**  
Cucunubá - Cundinamarca

**NOMBRE DEL PROYECTO**

**Especialidad Electricidad**

**Integrantes**  
Integrante 1  
Integrante 2

Lic. Alonso Martínez

*Nota.* Se presenta una diapositiva del modelo digital compuesto por 12 en total. Este formato es empleado por los estudiantes de la especialidad de Electricidad en la I.E.R.D. Peñas para la sustentación de sus proyectos de grado. Contiene las secciones obligatorias del informe y orientaciones visuales y técnicas para la presentación oral.



**Anexo 6.** Instrumento aplicado durante la semana 35, diseñado para realizar observaciones y retroalimentaciones previas a la sustentación final de los proyectos de grado. Evalúa la aplicación del pensamiento computacional, el ciclo de diseño STEM y la comunicación técnica empleada por los estudiantes en el desarrollo y presentación de sus proyectos.



ÁREA TÉCNICA - ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
IERD PEÑAS  
Rubrica de evaluación Proyectos de Grado 2025  
Pre - sustentación



<b>Nombre del proyecto:</b>		<b>Fecha:</b>	<b>30 octubre 2025</b>
<b>Integrantes:</b>		<b>Docente/Jurado evaluador:</b>	

Ítem de evaluación	Descripción del criterio	Observación
<b>1. Expresión oral y presentación personal</b>	Claridad, fluidez, seguridad y dominio del tema durante la exposición. Incluye postura, contacto visual, tono de voz y manejo del tiempo.	
<b>2. Seguimiento del proceso computacional (PC)</b>	Evidencia de aplicación de las fases: descomposición, patrones, abstracción, algoritmos y evaluación, integradas al desarrollo del proyecto.	
<b>3. Aplicación del ciclo STEM</b>	Integración de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en el diseño, construcción y sustentación del proyecto.	
<b>4. Resultados del proyecto y pertinencia técnica</b>	Calidad del producto o prototipo, innovación, pertinencia con el contexto y solidez de la argumentación técnica.	
<b>5. Trabajo en equipo y responsabilidad</b>	Participación equitativa, cumplimiento de tareas, colaboración y compromiso durante todas las fases del proyecto.	

**Observaciones finales del jurado:**

---



---



---



---



---

**Firma del jurado:** \_\_\_\_\_



**Anexo 7. Rúbrica de evaluación de sustentación final**

Instrumento aplicado durante la semana 37, destinado a valorar la aplicación del pensamiento computacional, el ciclo de diseño STEM y la comunicación técnica en la presentación final de los proyectos de grado.



ÁREA TÉCNICA - ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
IERD PEÑAS  
Rubrica de evaluación Proyectos de Grado 2025



<b>Nombre del proyecto:</b>	<b>Red eléctrica didáctica en el aula técnica</b>	<b>Fecha:</b>	<b>10 noviembre de 2025</b>
<b>Integrantes:</b>	Nikol Tatiana Salazar Ordoñez Cyndy Mariana Velásquez Gálviz	<b>Docente/Jurado evaluador:</b>	Julián Leonardo Cárdenas Barrera

Ítem de evaluación	Descripción del criterio	Valor máximo (puntos)	Puntaje obtenido
1. Presentación personal y expresión oral	Claridad, fluidez, seguridad, manejo del tiempo, contacto visual, dicción y lenguaje técnico apropiado durante la sustentación.	10	
2. Argumentación y dominio técnico del proyecto	Capacidad para explicar el funcionamiento, componentes, fundamentos teóricos, cálculos y justificaciones técnicas del proyecto. Uso adecuado de terminología eléctrica y referencias normativas.	15	
3. Aplicación del enfoque STEM y pensamiento computacional (PC)	Integración coherente de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en el diseño, desarrollo y sustentación. Evidencia de descomposición, abstracción, algoritmos y evaluación.	15	
4. Planeación, metodología y proceso de desarrollo	Claridad en los pasos seguidos, registro del proceso, aplicación de guías técnicas y solución de problemas durante la ejecución.	10	
5. Pertinencia técnica y funcionalidad del proyecto	Nivel de funcionamiento del prototipo o sistema eléctrico, calidad de materiales, seguridad eléctrica, innovación y aplicabilidad en el contexto institucional.	15	
6. Materiales de apoyo y recursos didácticos	Uso adecuado y oportuno de ayudas visuales, recursos físicos o digitales. Calidad estética y comunicativa de los materiales presentados.	10	
7. Informe escrito y documentación técnica	Claridad, estructura y coherencia del documento impreso. Inclusión de objetivos, justificación, diseño, cálculos, materiales, costos, conclusiones y bibliografía. Anexos - planos	10	
8. Trabajo en equipo, compromiso y responsabilidad	Distribución equitativa de tareas, asistencia, participación, cumplimiento y colaboración entre los integrantes.	5	
9. Respuesta a preguntas del jurado	Capacidad para responder con propiedad, seguridad y dominio del tema ante los interrogantes del jurado.	10	
<b>TOTAL, PUNTAJE OBTENIDO</b>			

**Observaciones del jurado:**

---



---

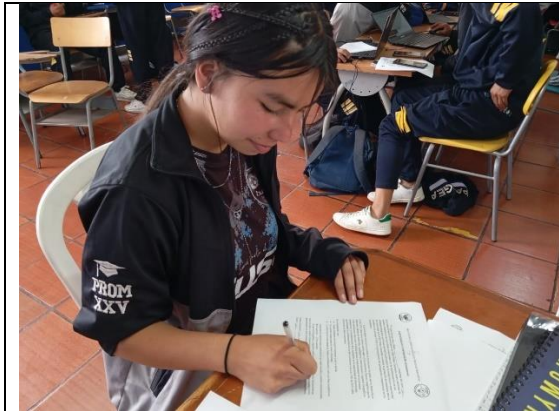


---

**Firma del jurado:** \_\_\_\_\_



Anexo 8. Registro fotográfico y evidencias del proceso.



*Firma de asentimientos informado*



*Socialización enfoque STEM Y P-C*



*Construcción de instrumentos de aplicación*



*Construcción técnica aplicando P-C*



*Pre – sustentaciones 30 de Octubre*



*Sustentaciones 10 de noviembre*

*Imágenes de actividades de aula, elaboración de instrumentos, prácticas en el laboratorio y sustentaciones de proyectos.*



# UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

## Anexo 9. Registro fotográfico y evidencias de la emisora institucional “Radio Peñas: La voz de los estudiantes”.



*Contiene imágenes y registros del proceso de diseño, implementación e institucionalización del proyecto “Emisora escolar rodante fotovoltaica”, actualmente reconocido como la emisora oficial de la IERD Peñas. Este proyecto, originado en la media técnica de Electricidad, se consolidó como iniciativa transversal institucional con emisiones durante el descanso pedagógico a través de su canal en Spotify. Las evidencias incluyen la presentación del prototipo, la participación estudiantil en la operación técnica y la producción de contenidos educativos y culturales.*

## Anexo 10. Primer Día STEM+ Institucional

Registro fotográfico y evidencias del Primer Día STEM+ realizado el 7 de noviembre de 2025 en la Institución Educativa Rural Departamental Peñas (Cucunubá, Cundinamarca). Durante la jornada participaron las áreas de Electricidad, Tecnología e Informática, Ciencias Naturales, Artes e Inglés, integrando actividades interdisciplinarias centradas en la aplicación del enfoque STEM+ y el pensamiento computacional. El evento incluyó exposiciones de proyectos, presentaciones artísticas, experimentos y demostraciones técnicas que reflejaron el trabajo colaborativo entre estudiantes y docentes.



*Fotografías del Primer Día STEM+ Institucional (7 de noviembre de 2025), desarrolladas en la IERD Peñas. Registro de actividades interdisciplinarias entre las áreas de Electricidad, Tecnología, Ciencias, Artes e Inglés, evidenciando la aplicación práctica del enfoque STEM+ en el contexto educativo rural.*