

**“SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA METODOLOGÍA STEAM ENFOCADA EN LOS
ODS 7-13 CON ESTUDIANTES DE INARFOTEC DE ARAUCA DEL PROGRAMA TÉCNICO
LABORAL EN ELECTRICIDAD E INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS”**

Este proyecto aporta a la implementación de una nueva propuesta pedagógica en la ETDH con un enfoque de responsabilidad social y ambiental.

Este proyecto es innovador porque propone el diseño de una secuencia didáctica específica, basada en la metodología STEAM, aplicada al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje en la ETDH.

Carlos Ramírez

Lina Yohana Méndez Crispín

Marylin Beltrán Gutiérrez

Programa de Maestría en Educación STEM para el Desarrollo social

Asesor: William Umar Rincón Báez

Noviembre de 2025

cramirez@usantotomas.edu.co,
<https://orcid.org/0009-0007-5473-9408>
[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/
generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000598690](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000598690)
[https://scholar.google.com/ec/citations?hl=es&user
=kEPuuSgAAAAJ](https://scholar.google.com/ec/citations?hl=es&user=kEPuuSgAAAAJ)

Lina.crispinmen@usantotomas.edu.co

marylinbeltran@usantotomas.edu.co
[https://orcid.org/0009-0007-8240-
5595](https://orcid.org/0009-0007-8240-5595)

Contenido

Resumen.....	4
Introducción	5
Preliminares: Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje de la Realidad.	8
Diagnóstico de la Realidad	8
Identificación	8
Descripción.....	9
Formulación.....	10
Oportunidades de Innovación / Alternativas de Solución	10
Oportunidad 1: Integrar metodologías activas centradas en el aprendizaje práctico y colaborativo.	11
Oportunidad 2: Articular la formación técnica con las problemáticas reales del territorio.	11
Oportunidad 3: Incorporar herramientas de diseño, simulación y prototipado.....	11
Criterios de Viabilización	12
Propósito y Objetivos.....	13
Propósito.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.....	13
Marco de Referencia.....	15
Marco Contextual.....	15
Revisión del Estado del Arte	16
1. Antecedentes Internacionales	17
2. Antecedentes Nacionales.....	18
3. Antecedentes Regionales y Locales.....	21
Marco Teórico	25
1. Fundamentos del Enfoque STEAM en Educación.....	25
2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como Metodología para la Formación Técnica.....	27
3. Competencias Técnicas en Sistemas Fotovoltaicos	28
4. Educación Contextualizada en Arauca	36
5. Educación Para la Sostenibilidad, ODS 7 y ODS 13	37
STEAM.....	39
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	39
Sistema Fotovoltaico	40

Competencia Técnica	40
Competencia Socioambiental.....	40
Territorio	41
Sostenibilidad Energética.....	41
Marco Legal y Normativo	42
Marco Metodológico	44
1. Categorización de la Realidad Educativa	44
2. Enfoque de Investigación.....	45
3. Tipo de Investigación	45
4. Tipo de Estudio	45
5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	46
Instrumento	46
Cuestionario.....	46
6. Validación por Expertos.....	47
Especificación	48
7. Técnicas de Análisis	52
8. Aplicación y Análisis Preliminar.....	53
9. Procedimiento	54
10. Producto Esperado	54
11. Población y Muestra.....	55
12. Matriz de Interesados y Beneficiarios	55
13. Recursos Previstos.....	56
Resultados y Análisis de Resultados.....	57
1. Resultados de la Fase Diagnóstica de los hábitos sostenibles.....	61
Análisis PRE- TEST ANALISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO. Anexo 5	62
2. Resultados de la Implementación de la Secuencia STEAM	67
Conocimientos Básicos	72
Hábitos Sostenibles conciencia ambiental en consolidación.....	73
Aplicación Avanzada.....	75
3. Resultados de la Evaluación Final.....	77
Análisis	77
4. Socialización y Transferencia al Contexto	77
5. Relación con la Innovación Propuesta	78
Síntesis del Análisis.....	78

Visión Prospectiva del Proyecto.....	81
Lecciones Aprendidas	81
Fortalezas.....	81
Oportunidades de Mejora.....	81
Recomendaciones.....	81
Proyección.....	81
Consideraciones Éticas.....	82

Resumen

La propuesta plantea el diseño e implementación de una secuencia didáctica basada en la metodología STEAM, orientada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y ODS 13 (Acción por el clima). Esta secuencia se aplica a los estudiantes del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de INARFOTEC, en Arauca. El propósito central es integrar los contenidos curriculares de electricidad y energías renovables con competencias transversales que fortalezcan la conciencia ambiental y promuevan aprendizajes significativos en el ámbito de la formación técnica laboral. El estudio se fundamenta en la pregunta: ¿Cómo puede una secuencia didáctica basada en la metodología STEAM orientada a las ODS 7 y 13 contribuir al desarrollo de habilidades técnicas y conciencia socio ambiental de los estudiantes del Programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de INARFOTEC Arauca? Para responder a esta cuestión, se adopta una metodología mixta con enfoque cuantitativo y cualitativo. Esto implica la aplicación de un pre-test y un pos-test con entrevistas semiestructuradas, observación y análisis de datos. El diseño metodológico se organiza en diversas fases: un diagnóstico inicial de conocimientos y actitudes, seguido de la elaboración de actividades pedagógicas orientadas a los ODS 7 y 13, en las cuales los estudiantes aplican lo aprendido mediante la instalación de celdas fotovoltaicas en beneficio de comunidades locales. Esta propuesta busca ofrecer respuestas pertinentes a los retos educativos y ambientales del contexto, bajo los principios de la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH), el resultado de esta implementación muestra que los estudiantes pudieron avanzar significativamente en el aprendizaje de conceptos ambientales, aprendieron a aplicar prácticas técnicas seguras en la creación e implementación de prototipos, y el papel que pueden desempeñar en la transición de la energía convencional a energía limpia.

Palabras clave: STEAM, didáctica, competencias, energías renovables, conciencia socio ambiental.

Abstract

The proposal presents the design and implementation of a didactic sequence based on the STEAM methodology, oriented toward Sustainable Development Goals SDG 7 (Affordable and Clean Energy) and SDG 13 (Climate Action). This sequence is applied to students in the Labor Technician Program in Electricity and Photovoltaic Installations at INARFOTEC, in Arauca. The main purpose is to integrate curricular content on electricity and renewable energies with transversal competencies that strengthen socio-environmental awareness and promote meaningful learning within the context of technical and vocational education. The study is grounded in the guiding question: How can a didactic sequence based on the STEAM methodology, oriented toward SDGs 7 and 13, contribute to the development of technical skills and environmental awareness among students in the Labor Technician Program in Electricity and Photovoltaic Installations at INARFOTEC Arauca? To address this question, a mixed-methods approach with both quantitative and qualitative components is adopted. This involves the application of a pre-test and post-test, along with semi-structured interviews, observation, and data analysis. The methodological design is organized into several phases: an initial diagnosis of students' knowledge and attitudes, followed by the development of pedagogical activities aligned with SDGs 7 and 13, in which students apply what they have learned through the installation of photovoltaic cells benefiting local communities. This proposal aims to offer relevant responses to the educational and environmental challenges of the context under the principles of Education for Work and Human Development (ETDH). The results of its implementation show that students made significant progress in understanding environmental concepts, learned to apply safe technical practices in the creation and implementation of prototypes, and recognized the role they can play in the transition from conventional to clean energy.

Keywords: STEAM, didactics, skills, renewable energies, socio-environmental awareness.

Introducción

“La incorporación de la sostenibilidad en los procesos educativos no solo implica transmitir información, sino promover una transformación profunda en la manera en que los estudiantes comprenden su rol frente a la sociedad y al cuidado del planeta”, tal como lo plantea Tilbury (2011). Bajo esta perspectiva, la formación técnica en energías sostenibles adquiere un valor estratégico, especialmente en territorios como el departamento de Arauca, donde las dinámicas rurales, la dispersión poblacional, la limitada infraestructura y la dependencia de fuentes externas hacen urgente la búsqueda de alternativas energéticas limpias. En este contexto, la energía solar fotovoltaica se presenta como una opción viable para impulsar el desarrollo regional, mejorar la calidad de vida y fortalecer las capacidades locales desde un enfoque territorial. En esta tarea, el Instituto Araucano de Formación Técnica Laboral INARFOTEC cumple un papel determinante al ofrecer programas orientados a potenciar habilidades técnicas y promover oportunidades de empleo y emprendimiento en la región. Sin embargo, en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas se identificó una problemática recurrente: como señalan López (2023), formación técnica/vocacional los estudiantes “dominan lo operativo/práctico” pero enfrentan dificultades para integrar razonamiento conceptual o pensamiento crítico. Esta situación también se evidenció en Arauca, donde, pese a la comprensión de los procedimientos de instalación, persistían vacíos en la interpretación técnica, la independencia para la toma de decisiones y la capacidad de diseñar soluciones ajustadas a las condiciones locales. Para superar estas limitaciones, se diseñó una propuesta pedagógica fundamentada en la metodología STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas), cuyo enfoque integrado permite vincular conocimientos técnicos con creatividad, pensamiento crítico y pertinencia social. Al articular la formación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7 busca garantizar el acceso universal a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, mientras que el ODS 13 se enfoca en tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático. Con base en lo anterior, la experiencia educativa adquiere, además de una dimensión ética orientada al compromiso ambiental y al fortalecimiento comunitario, una posibilidad de desarrollo sustentable en la región por medio de la ETDH.

El propósito de este trabajo consistió en implementar una Secuencia Didáctica STEAM, articulada al aprendizaje basado en proyectos (ABP) y a los ODS 7 y 13, para desarrollar capacidades más eficientes en los estudiantes del programa, relacionados a los conceptos ambientales y técnicas de implementación e instalación de prototipos, lo anterior orientado a la solución de desafíos energéticos reales de la región. Para ello, los participantes se involucraron en diversas etapas: identificación de necesidades energéticas del entorno, estudio del funcionamiento de los sistemas solares, creación de

prototipos fotovoltaicos y evaluación colectiva de los resultados. A lo largo del proceso se promovió el trabajo colaborativo, la indagación, el análisis reflexivo y la aplicación práctica del conocimiento. Más allá de los indicadores cuantificables, se evidenció una transformación significativa en la manera en que los estudiantes se relacionan con las energías sostenibles: pasaron de recibir instrucciones a asumir un rol activo como diseñadores de alternativas para su territorio, fortaleciendo su sentido de pertenencia, su conciencia ambiental y su valoración de la educación técnica como herramienta para la transformación social.

Este documento recoge, desde la perspectiva investigativa adoptada, el proceso completo de construcción, implementación y análisis de la secuencia didáctica. En primer lugar, se presenta la caracterización del contexto educativo y la justificación de la propuesta; posteriormente se explica la metodología STEAM como eje orientador, comprendiendo esta como una estrategia para promover el pensamiento crítico, la creatividad, la articulación entre lo técnico y lo social, así como la construcción colectiva del conocimiento; luego se detallan las actividades, los criterios de evaluación y los hallazgos derivados de la intervención; y finalmente se exponen las conclusiones y proyecciones, destacando los aportes tanto a la formación técnica como al desarrollo comunitario. La experiencia permitió confirmar que, cuando la educación técnica se construye desde las realidades territoriales y responde a necesidades concretas, puede generar transformaciones palpables en los modos de aprender, actuar y convivir. Como afirman Fuller y Unwin (2003), “los entornos de aprendizaje expansivos permiten trascender la formación tradicional y vincularla con procesos comunitarios más amplios, fortaleciendo la dimensión social de la educación”.

En el caso de Arauca, abordar la energía sostenible desde la educación no solo implica estudiar su funcionamiento técnico, sino comprenderla como una oportunidad para proyectar el desarrollo de las comunidades y promover su autonomía. Desde esta perspectiva, la metodología STEAM se consolida como una alternativa para conectar el conocimiento técnico con la realidad y orientar la formación hacia un futuro sostenible. En línea con lo planteado por Gavari-Starkie et al (2022), “este enfoque permite relacionar ciencia, tecnología y territorio para impulsar aprendizajes con sentido social y ambiental. En conjunto, los resultados evidencian que la metodología STEAM constituye una herramienta pertinente y efectiva para la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano, especialmente en la atención de problemáticas energéticas reales en los territorios”.

Lo anterior permitió evidenciar la funcionalidad de la aplicación de la metodología STEAM en la Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano EDTH para la resolución de problemas concretos y reales en los territorios.

Justificación

Este proyecto se plantea como una estrategia orientada a fortalecer los procesos formativos del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas del Instituto Araucano de Formación Técnica INARFOTEC. A partir del diagnóstico inicial, se identificaron dificultades significativas en los estudiantes, especialmente en la comprensión conceptual del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y en el desarrollo de autonomía durante las prácticas. Estas debilidades revelan una fuerte dependencia del acompañamiento docente y limitaciones en la toma de decisiones fundamentadas, así como en la capacidad para diseñar soluciones energéticas acordes con las condiciones reales del territorio. En coherencia con lo planteado por Billett (2011), “la formación técnica debe propiciar escenarios en los que los estudiantes fortalezcan su autonomía profesional y su capacidad para enfrentar problemáticas concretas del entorno productivo, elementos esenciales para construir competencias auténticas en este campo”.

El contexto de Arauca acentúa la urgencia de mejorar estas competencias. El departamento enfrenta una compleja combinación de factores que afectan la estabilidad y el acceso a la energía, entre ellos las constantes fallas en el suministro eléctrico causadas por una infraestructura frágil, la dependencia de redes externas y los impactos derivados tanto de eventos climáticos como de la violencia persistente en la región. Las lluvias intensas ocasionan deslizamientos y daños en las torres de transmisión, lo que dificulta la atención de emergencias, mientras que la presencia de grupos armados ilegales genera atentados y afectaciones directas a la infraestructura energética y vial. En conjunto, estos elementos configuran un panorama que limita las oportunidades de desarrollo y la implementación de alternativas sostenibles.

A pesar de este escenario adverso, Arauca cuenta con un potencial solar destacado, con niveles de radiación promedio superiores a los 5 kWh/m² diarios (UPME, 2022), lo que hace de la energía fotovoltaica una alternativa viable para fortalecer la autonomía energética regional. No obstante, la correcta implementación de estos sistemas requiere una formación técnica integral que no solo se limite a la ejecución mecánica de procedimientos, sino que también fomente la comprensión, el análisis y el diseño de soluciones pertinentes. En línea con López et al (2023), “la formación técnica debe fomentar procesos cognitivos complejos que permitan abordar desafíos reales desde una perspectiva crítica y creativa”.

En este marco, la metodología STEAM articulada con (ABP) se presenta como una oportunidad para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales en la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano. La articulación con los ODS 7 y 13, permiten, no solo la convergencia interdisciplinar entre la técnica, lo ambiental y lo social, sino que favorece un aprendizaje activo, colaborativo y contextualizado, integrando conocimientos técnicos con creatividad, investigación y análisis crítico. La secuencia didáctica propuesta tiene como finalidad fortalecer las capacidades para la instalación de sistemas fotovoltaicos y, simultáneamente, desarrollar habilidades socioambientales que permitan comprender el alcance del uso de energías sostenibles en la región.

Este proyecto se inscribe en una línea de investigación orientada a la innovación educativa y al desarrollo territorial sostenible, promoviendo prácticas de enseñanza contextualizadas que contribuyan a enfrentar los desafíos energéticos locales. Se espera consolidar una propuesta replicable de la secuencia didáctica STEAM en otros programas e instituciones, impulsando un modelo pedagógico comprometido con la sostenibilidad y orientado a fortalecer la autonomía energética y social del territorio.

Preliminares: Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje de la Realidad.

Diagnóstico de la Realidad

Identificación

El presente proyecto se llevó a cabo en el Instituto Araucano de Formación Técnica INARFOTEC, ubicado en la ciudad de Arauca, en la frontera oriental de Colombia, una región reconocida por su diversidad cultural, clima cálido y elevado potencial para el aprovechamiento de la energía solar. El programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas, ofrecido por esta institución, tiene como objetivo formar técnicos competentes en el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas energéticos alimentados por radiación solar, con el fin de atender las necesidades de electrificación fotovoltaica tanto en áreas urbanas como rurales de la región. Sin embargo, durante el acompañamiento pedagógico y la observación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, se identificó una problemática relacionada con la comprensión conceptual y la autonomía técnica de los estudiantes. A pesar de que poseen habilidades prácticas básicas en el manejo de herramientas y componentes eléctricos, se evidenció que gran parte de su formación se centra en la ejecución instrumental de los procesos técnicos, guiados por instrucciones precisas de los docentes, sin que exista una reflexión crítica sobre los contenidos teóricos ni sobre la importancia socioambiental y el impacto que los proyectos puedan generar en las comunidades.

Esta situación genera una dependencia constante del docente, limitando la capacidad de los estudiantes para tomar decisiones fundamentadas al diseñar o instalar un sistema fotovoltaico. En este sentido, Deci y Ryan (1985) sostiene que “cuando los estudiantes se forman en ambientes excesivamente controlados, se limita el desarrollo de su autonomía y se reduce su capacidad para tomar decisiones informadas, pues la dependencia del docente inhibe procesos de autorregulación y responsabilidad académica”.

Este escenario se desarrolla en un contexto social donde garantizar un acceso estable y sostenible a la energía representa un desafío permanente, particularmente en las zonas rurales del departamento, donde aún existen viviendas e instituciones con suministro eléctrico limitado o intermitente (UPME, 2022). Según RAP-E Región Central (2022) “Arauca se encuentra entre las regiones de Colombia con niveles de radiación solar altos, específicamente entre 4.5 y 5.4 kWh/m²/día”, esto indica que tiene niveles de radiación solar superiores al promedio nacional y mundial, lo que lo convierte en una región con buen potencial para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. No obstante, para que este potencial se materialice, se requiere personal altamente calificado, con formación técnica sólida y competencias que evidencien criterio, autonomía y responsabilidad socioambiental.

El alcance del proyecto se centra en el fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes mediante un enfoque pedagógico innovador basado en la metodología STEAM. Esta propuesta no se limita únicamente a mejorar el desempeño académico, sino que busca formar técnicos capaces de comprender el uso de energías alternativas sostenibles como un recurso para enfrentar problemas socioambientales y mejorar la calidad de vida regional. Además, busca desarrollar en los estudiantes la capacidad de tomar decisiones fundamentadas en el conocimiento científico y de implementar proyectos de electrificación fotovoltaica de manera responsable, atendiendo de forma efectiva las necesidades energéticas del territorio.

Descripción

La población objeto de este estudio está conformada por 28 estudiantes matriculados en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC, pertenecientes a diferentes sectores urbanos y rurales de la región, con edades que oscilan entre los 18 y 35 años, se trata de estudiantes con trayectorias educativas heterogéneas; 9 de ellos oscilan entre los 18 y 21 años, son bachilleres que se dedican únicamente a estudiar, los 19 restantes oscilan entre los 25 y 35 años, también son bachilleres, algunos cuentan con experiencia laboral previa en oficios técnicos y otros

están iniciando su formación profesional en el área. A partir de la observación sistemática, así como de una prueba diagnóstica, se identificaron las siguientes causas principales de la problemática y los efectos concretos en el aprendizaje (Tabla 1).

Tabla 1

Causas de la problemática y efectos en el aprendizaje

Causas principales de la problemática	Efectos concretos en el aprendizaje
La enseñanza se ha centrado en la reproducción de procedimientos, con una participación limitada de los estudiantes en la toma de decisiones.	Dificultades para relacionar variables como radiación, inclinación y rendimiento energético.
Escasa articulación entre la teoría y práctica, lo que dificulta la comprensión del funcionamiento integral del sistema fotovoltaico.	Baja capacidad para justificar decisiones técnicas durante la instalación.
Limitada experiencia en diseño y evaluación de necesidades energéticas, debido a la falta de actividades situadas en contextos reales del territorio.	Temores infundados relacionados a cometer errores en los procesos de prueba y medición.
Dependencia del docente en procesos de montaje y verificación, lo que disminuye la autonomía técnica.	Poca iniciativa en el planteamiento de soluciones alternativas.

Elaboración propia. Nota. Esta tabla muestra las principales causas asociadas a la problemática del proyecto y sus efectos en los procesos de aprendizaje.

Formulación

¿Cómo puede una secuencia didáctica basada en la metodología STEAM orientada a las ODS 7 y 13 contribuir al desarrollo de habilidades técnicas y conciencia ambiental de los estudiantes del Programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de INARFOTEC Arauca?

Oportunidades de Innovación / Alternativas de Solución

A partir del diagnóstico realizado se identificaron varias oportunidades para fortalecer los procesos de aprendizaje en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC en Arauca, estas oportunidades surgen del reconocimiento de las potencialidades del territorio, así como los requerimientos de aprendizaje de los estudiantes y las características del contexto institucional y comunitario.

Oportunidad 1: Integrar metodologías activas centradas en el aprendizaje práctico y colaborativo.

La primera oportunidad identificada consiste en incorporar estrategias pedagógicas que incentiven a que se involucren los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, superando la enseñanza basada exclusivamente en demostraciones del docente. Lo anterior implica implementar ambientes dinámicos en los que los estudiantes desarrollen investigación, experimenten, dialoguen y construyan soluciones colectivamente. Esta oportunidad responde directamente a las necesidades de fortalecer la autonomía técnica y la comprensión conceptual.

Oportunidad 2: Articular la formación técnica con las problemáticas reales del territorio.

El potencial relacionado a la energía solar del departamento de Arauca, sumado a la existencia de comunidades con acceso limitado a la energía estable y sostenible, abre la posibilidad de orientar el proceso formativo hacia proyectos que respondan a necesidades reales del territorio. Lo anterior permitiría que los estudiantes comprendan, no solo el componente técnico, sino también el sentido socioambiental de su labor. La conexión entre el conocimiento adquirido en las aulas con las realidades de los territorios fortalece la conciencia sobre el uso de energías sostenibles y la responsabilidad social.

Oportunidad 3: Incorporar herramientas de diseño, simulación y prototipado.

Otra oportunidad se determina en la promoción del uso de herramientas tecnológicas para el diseño y análisis de sistemas fotovoltaicos, permitiendo que los estudiantes visualicen variables de rendimiento, estimen capacidades y evalúen diferentes configuraciones orientadas a la solución de problemáticas energéticas de la región. El uso de software, simuladores y prototipos experimentales facilitaría la comprensión de la relación entre teoría y práctica, reduciendo la dependencia de indicaciones e instrucciones de los docentes.

La elección de la oportunidad 1; *Integrar metodologías activas centradas en el aprendizaje práctico y colaborativo*, para el desarrollo del trabajo, nace del propósito de transformar las prácticas de enseñanza – aprendizaje en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas del

instituto INARFOTEC. Incorporar el enfoque STEAM representa una oportunidad para replantear la enseñanza desde una mirada más práctica y participativa. El aprendizaje se convierte en una experiencia activa, en la cual los estudiantes exploran, diseñan, experimentan y construyen soluciones reales, particularmente en temas relacionados con la energía solar y la eficiencia energética. De esta manera, la formación deja de ser un proceso pasivo para convertirse en una experiencia que conecta el conocimiento con la acción, el pensamiento con la práctica y la técnica con la conciencia social.

Incorporar el enfoque STEAM representa una oportunidad para replantear la enseñanza desde una mirada más práctica y participativa, el aprendizaje se convierte en una experiencia activa, en la cual los estudiantes exploran, diseñan, experimentan y construyen soluciones reales, particularmente en temas relacionados con la energía solar y la eficiencia energética al vincular esta propuesta con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 y 13, la educación técnica laboral trasciende el ámbito laboral y se convierte en un espacio para cultivar la responsabilidad socioambiental, el aula se transforma en un laboratorio de ideas donde se reflexiona sobre cómo producir energía limpia, reducir el impacto ambiental y aportar soluciones al cambio climático desde la educación y la tecnología. Cuando la formación técnica se integra con los Objetivos de Desarrollo Sostenible particularmente metas sobre energía limpia y acción climática, las aulas y centros de formación se convierten en espacios para el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias y responsabilidad socio ambiental, habilitando a los estudiantes para proponer soluciones innovadoras y orientadas a una transición verde (UNESCO-UNEVOC, 2022; UNESCO-UNEVOC, 2018).

Criterios de Viabilización

Esta alternativa es viable y coherente con las capacidades institucionales de INARFOTEC ya que se aprovechan los recursos ya existentes, se fomenta la colaboración entre docentes y estudiantes, y se promueve la innovación curricular mediante proyectos formativos significativos, consolidando un enfoque educativo basado en la investigación, la creatividad y la resolución de problemas.

- **Pertinencia educativa:** la propuesta responde a las necesidades actuales de la educación técnica y al contexto energético y ambiental de Arauca, en coherencia con los ODS 7 y 13.
- **Coherencia pedagógica:** el enfoque STEAM se articula la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas desde la práctica, favoreciendo aprendizajes significativos sustentados en la experimentación, la creatividad y la colaboración.

- **Viabilidad institucional:** INARFOTEC cuenta con infraestructura, equipos y personal docente capacitado en el área eléctrica, lo que permite implementar la propuesta de forma gradual y sostenible sin requerir grandes inversiones iniciales.
- **Impacto formativo:** se proyecta un fortalecimiento de las competencias técnicas, científicas y socioambientales de los estudiantes a través del desarrollo de proyectos vinculados al ahorro energético y a la instalación de sistemas fotovoltaicos sostenibles.
- **Sostenibilidad y replicabilidad:** la secuencia didáctica puede adaptarse a otros programas del instituto, fortaleciendo una cultura de innovación educativa, conciencia ambiental y compromiso con el desarrollo sostenible.

Propósito y Objetivos

Propósito

Acorde al análisis inicial, este trabajo tiene como propósito potenciar las competencias técnicas y el sentido de responsabilidad socioambiental en los estudiantes del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC en Arauca, mediante la implementación de una secuencia didáctica basada en la metodología STEAM, articulada al ABP y a los ODS 7 y 13. Se busca promover en los estudiantes un aprendizaje autónomo, contextualizado y significativo que les permita comprender el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, resolver problemas reales en el territorio y tomar decisiones fundamentadas durante la implementación y la preservación de estos sistemas. El proyecto incide directamente en la formación de técnicos con conciencia socioambiental y capacidad para aportar al desarrollo sostenible regional.

Objetivo General

Diseñar e implementar una secuencia didáctica sustentada en la metodología STEAM, orientada a los ODS 7 y 13, con el propósito de fortalecer las competencias técnicas y promover actitudes responsables frente al ambiente en los estudiantes del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de la institución INARFOTEC de Arauca.

Objetivos Específicos

- Identificar los saberes previos de los estudiantes sobre temáticas ambientales y uso responsable de la energía, mediante la aplicación de un pretest que indague por conocimientos, actitudes y habilidades técnico-ambientales relacionadas con los ODS 7 y 13.

- Implementar la metodología STEAM en la secuencia didáctica para favorecer el desarrollo de productos y soluciones técnicas, a través del acompañamiento continuo del docente durante las diferentes fases del proceso formativo.
- Analizar los cambios logrados tras la implementación de la secuencia didáctica, a partir de la aplicación de un postest que permita valorar los avances en conocimientos y actitudes técnico-ambientales de los estudiantes al cierre del proyecto.

A continuación, se presenta la matriz de medición de impacto educativo y social del proyecto esta permite evaluar el progreso de los estudiantes. La precisión de las actividades didácticas con su evidencia que se obtiene del proceso formativo.

Tabla 2

Matriz de medición de impacto educativo y social

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Diagnosticar el nivel inicial de comprensión y práctica.	Aula y taller de formación técnica.	Resultados de prueba diagnóstica; registro de observaciones.	Rúbricas, listas de cotejo, diario de campo docente.
Diseñar la secuencia didáctica STEAM contextualizada.	Planeación pedagógica institucional.	Secuencia estructurada con actividades, recursos y criterios de evaluación.	Documento de diseño instruccional; validación por pares académicos.
Implementar la secuencia didáctica en el desarrollo del curso.	Interacciones en aula y taller.	Participación activa, trabajo colaborativo, toma de decisiones autónoma.	Registros fotográficos, videos, observación directa, guías de laboratorio.
Evaluar el impacto en el fortalecimiento de competencias técnicas.	Desempeño estudiantil individual y grupal.	Mejora del puntaje entre pretest y postest; argumentación técnica en instalación final.	Informes de evaluación, prototipos instalados, actas de socialización.

Nota. Esta tabla muestra el conjunto elementos que determinan el impacto educativo y social del proyecto.

Marco de Referencia

Marco Contextual

Este proyecto se desarrolló en el Instituto Araucano de Formación Técnica INARFOTEC, ubicado en el municipio de Arauca, departamento del mismo nombre. Arauca es una región caracterizada por su ubicación fronteriza, diversidad cultural y economía basada en actividades agropecuarias, comercio local y servicios, la región cuenta con condiciones climáticas que ofrecen niveles elevados de luz solar durante la mayor parte del año, lo que la convierte en una alternativa viable para el abastecimiento energético local por medio de la energía fotovoltaica, particularmente en zonas rurales y periurbanas donde se evidencian dificultades de acceso continuo al servicio de electricidad.

El programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas, el cual lleva 9 años de presencia en la región coadyuvando a la solución de problemas energéticos desde la perspectiva de la ETDH, proporcionando a sus estudiantes herramientas para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas solares, respondiendo a las crecientes demandas del sector energético. La población estudiantil está conformada por jóvenes y adultos provenientes de diversos contextos socioeconómicos, algunos de ellos con experiencias laborales previas en oficios eléctricos. La formación se desarrolla en modalidad presencial, combinando clases teóricas y trabajo práctico en taller. En este escenario la implementación de una secuencia didáctica STEAM representa una oportunidad para fortalecer aprendizajes orientados al desarrollo sostenible del territorio.

Revisión del Estado del Arte

El desarrollo de competencias técnicas para la instalación de sistemas fotovoltaicos ha adquirido una relevancia creciente en el marco de los procesos de transición energética y sostenibilidad promovidos a nivel global, “Es necesario la formación de planes de estudio a nivel técnico y tecnológico para la formulación, ejecución y mantenimiento de proyectos de energía solar y eólica a pequeña y gran escala.” (Meléndez et al, 2017). Las instituciones de formación técnica y tecnológica en el país enfrentan el desafío de adecuar sus prácticas pedagógicas para responder con eficiencia a las transformaciones de la industria energética y al papel estratégico que las energías renovables cumplen en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 7, referido al acceso a energía asequible, segura y sostenible. Con base en lo anterior, los enfoques de enseñanza tradicionales en el campo técnico, centrados en la repetición e instrumentalización de los procedimientos resultan insuficientes para garantizar la autonomía, el análisis crítico y la capacidad para tomar decisiones fundamentadas, competencias consideradas en la formación de técnicos preparados para el diseño, montaje y conservación de sistemas fotovoltaicos, “El problema más relevante tiene que ver con los procesos de calidad, evidentemente deficientes en esta modalidad educativa ... falta de coherencia y relaciones (...) entre la formación para el trabajo y el sector empresarial, (...) generando poca capacidad de influencia en términos curriculares de las entidades promotoras.” (Montes & Manninng, 2012, p. 169)

Diversos estudios han señalado que la adopción de metodologías activas, entre ellas STEAM, posibilita el engranaje entre la teoría y la práctica, mediante experiencias formativas contextualizadas en problemas reales, “La metodología STEAM activa ... genera espacios que promueven un aprendizaje significativo, holístico y contextualizado en los estudiantes.” (Santillán-Aguirre, 2023, p.51) “Es imprescindible ... incluir el desarrollo de habilidades y promover la reflexión como parte de la identidad docente, ... contextualización por medio del desarrollo sostenible ... para resolver problemáticas reales” Santillana – Aguirre (2023). La literatura contemporánea a este respecto coincide en que el enfoque STEAM fomenta procesos de exploración, experimentación y reflexión, promoviendo aprendizajes significativos y fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para comprender los fenómenos energéticos como sistemas interrelacionados que operan en escenarios territoriales concretos, “La implementación de estas estrategias ... sugiere que el STEAM promueve un aprendizaje más profundo y significativo.” (Marín-Marín et al., 2021, p. 172). Bajo estos presupuestos, se reconoce que el fortalecimiento de las

competencias técnicas no depende exclusivamente del dominio instrumental del conocimiento, sino también de la capacidad para integrar dimensiones cognitivas, procedimentales, éticas y socioambientales, para este caso, asociadas a la solución de problemáticas reales de consumo energético en la región, “Las competencias no son determinadas de antemano sino que se contextualizan dependiendo de los problemas socioambientales elegidos, y como dinamizadoras de los procesos educativos inherentes al desarrollo técnico.” (Mora Penagos, 2015, p. 125)

1. Antecedentes Internacionales

La organización Sustainable Energy for All (SEforALL) es una iniciativa global vinculada a la ONU que busca acelerar el acceso universal a energía limpia (ODS 7) y promover soluciones energéticas que contribuyan a mitigar el cambio climático (ODS 13). United Nations (2019) señala que el acceso a una energía moderna, fiable y sostenible es clave no solo para la equidad energética, sino también para fortalecer la resiliencia frente al cambio climático. Además, un informe de la CEPAL (2021) (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) plantea para el ODS 7 las políticas de energía deben ir acompañadas de iniciativas que “mejoren la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional” en torno a la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad componentes íntimamente relacionados con la acción climática del ODS 13. La UNESCO-UNEVOC (2017) señala que la Educación y Formación Técnica y Profesional (TVET) es clave para la transición energética; en su estrategia “Greening TVET”, UNESCO-UNEVOC destaca que la formación técnica no solo debe impartir competencias tradicionales, sino también “estrategias institucionales con respuestas climáticas”: estas contribuyen directamente a los ODS 13 mediante la preparación de una fuerza laboral consciente del cambio climático. Además, un estudio sectorial de la GIZ (2023) (“TVET for Renewable Energies: Sectoral Study”) propone medidas para reformar la formación técnica hacia una economía verde, alineándose con los objetivos de los ODS 7 (energía limpia) y ODS 13 (economía baja en carbono).

Greca, et al (2021) desarrollaron una propuesta de integración STEAM orientada al fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. Su investigación demostró que la incorporación de actividades de indagación científica y construcción colaborativa permite que los estudiantes comprendan conceptos abstractos con mayor profundidad. Este estudio resulta relevante al evidenciar la capacidad del enfoque STEAM para fomentar procesos cognitivos de orden superior y no únicamente de habilidades procedimentales.

Por otra parte, Shahbazloo y Mirzaie (2023) implementaron la metodología 5E, (entendida como un enfoque pedagógico activo diseñado para mejorar el aprendizaje significativo y la comprensión profunda en los estudiantes, especialmente en entornos de educación técnica y tecnológica. Su nombre proviene de las cinco etapas o “E” que estructuran el proceso de enseñanza-aprendizaje; entender, explorar, explicar, elaborar, y evaluar), en la enseñanza de energía solar en instituciones de educación media, concluyendo que el aprendizaje basado en exploración experimental favorece el desarrollo de creatividad y razonamiento científico. Los autores sostienen que la energía fotovoltaica, al involucrar fenómenos físicos observables, resulta adecuada para la aplicación de metodologías prácticas de investigación formativa en contextos educativos.

Galvin (2024) introdujo la noción de *justicia energética* como eje para la enseñanza de energías renovables, señalando que la formación en sistemas fotovoltaicos debe trascender los aspectos técnicos e incluir la comprensión de la energía como derecho social. Este enfoque amplía los marcos formativos y permite vincular la educación técnica con la construcción de ciudadanía energética.

Finalmente, Dhaked, et al (2025) realizaron una revisión sobre la aplicación de inteligencia artificial en la optimización del rendimiento de sistemas solares fotovoltaicos. Aunque su aporte es predominantemente técnico, se evidencia la necesidad de formar técnicos capaces de interpretar datos y variables energéticas, lo cual puede integrarse en la dimensión de análisis y diseño dentro de los proyectos formativos en la actualidad.

En conjunto, en los antecedentes internacionales se destacan tres elementos clave:

1. La educación en energía solar es más efectiva cuando se desarrolla mediante experiencias prácticas y contextualizadas.
2. La comprensión profunda del fenómeno fotovoltaico requiere integrar conceptos científicos con procesos de resolución de problemas.
3. La formación técnica debe incorporar dimensiones socioambientales y éticas, particularmente en los territorios donde la energía condiciona el bienestar colectivo.

2. Antecedentes Nacionales

En el contexto colombiano, la transición energética y la formación en ETDH (Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano), han propiciado la implementación de programas técnicos y

tecnológicos orientados a fortalecer las competencias técnicas en el diseño y aplicación de proyectos enfocados a energías renovables. Sin embargo, la literatura sobre esta temática evidencia que, “Aunque existe progreso normativo, la literatura documenta que muchas instituciones de formación técnica siguen privilegiando métodos de transmisión y procedimientos instrumentales, lo cual dificulta el desarrollo de pensamiento crítico, creatividad y autonomía profesional” (López et al., 2023; UNESCO, 2022; CEDEFOP, 2021)

Los referentes en Colombia que vinculan ODS 7 y ODS 13 y la educación técnica se encuentran los siguientes; los laboratorios ACTEC, programa nacional para fortalecer la educación técnica en energías renovables y eficiencia energética en instituciones educativas públicas. Está explícitamente alineado con los ODS 4 (educación de calidad), 7 (energía asequible y no contaminante) y 13 (acción por el clima); la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización sobre Cambio Climático (ENEFSPCC), esta estrategia del gobierno colombiano (Ministerio de Ambiente) promueve la formación y sensibilización sobre cambio climático en varios niveles educativos. Aunque no es exclusivamente para educación técnica, incluye la reconversión laboral y la formación técnica en temas estratégicos como energías renovables; y “Documento de trabajo CTel y ODS” del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación analiza el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTel) en Colombia frente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En particular, destaca la importancia de los ODS 7 y 13 al resaltar la necesidad de fortalecer la formación técnica y profesional orientada a tecnologías limpias, eficiencia energética y sistemas de almacenamiento de energía, aspectos fundamentales para la consolidación de un desarrollo sostenible en el país.

Mendoza y Beleño (2020) desarrollaron una experiencia educativa basada en STEAM para el fortalecimiento de competencias científicas en estudiantes de educación media, mostrando que el trabajo articulado entre investigación, laboratorio y problemas territoriales favorece la comprensión conceptual y el compromiso con el aprendizaje, su aporte demuestra que la pertinencia de los contenidos aumenta cuando estos se vinculan y relacionan con las necesidades del entorno. Este texto muestra elementos clave para este trabajo como la articulación y vinculación del aprendizaje STEAM con los ODS 7 y 13 en contextos reales y territoriales para fortalecer competencias técnicas y socioambientales para favorecer la comprensión conceptual en los estudiantes, en otras palabras, lo central es que la pertinencia y efectividad del aprendizaje aumentan cuando los contenidos se articulan con problemas y necesidades del entorno, promoviendo aprendizaje significativo y compromiso activo de los estudiantes.

Por último, Co-Lab, Laboratorio de Innovación Educativa del MEN, Ministerio de Educación Nacional (2023), ha impulsado de manera decisiva la integración de la educación STEM junto con el enfoque de sostenibilidad en los programas de formación técnica y tecnológica, fortaleciendo así la pertinencia curricular y la capacidad de los estudiantes para enfrentar los desafíos asociados a la transición energética y el desarrollo sostenible.

Esta iniciativa surge de la necesidad de transformar los procesos formativos para responder a los retos contemporáneos derivados del cambio climático, la transición energética, la innovación productiva y la creciente demanda de competencias digitales.

En este sentido, el Laboratorio reconoce que la educación técnica y tecnológica no puede limitarse a la adquisición de habilidades operativas, sino que debe orientarse hacia la construcción de capacidades para la resolución creativa de problemas, la gestión eficiente y sostenible de los recursos, así como el análisis integral de los sistemas socio ambientales. Integrar el enfoque STEAM permite articular saberes científicos y tecnológicos con perspectivas humanísticas y creativas, favoreciendo una formación más integral y contextualizada.

Asimismo, al promover el enfoque de sostenibilidad, se busca que los estudiantes desarrollen competencias socioemocionales, ambientales y éticas, necesarias para participar activamente en procesos de desarrollo territorial que sean inclusivos y respetuosos del entorno. Esto implica formar técnicos y tecnólogos con la capacidad de analizar su contexto, proponer soluciones innovadoras y contribuir al fortalecimiento de sectores productivos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En conjunto, estas acciones reflejan el compromiso del Ministerio por modernizar la educación técnica y tecnológica y garantizar que los futuros profesionales estén preparados para enfrentar los retos del siglo XXI, desempeñándose como agentes de cambio en la construcción de territorios sostenibles y resilientes.

En síntesis, los antecedentes nacionales evidencian que:

- Colombia avanza hacia la incorporación de metodologías activas en educación técnica.
- La comprensión profunda de los sistemas fotovoltaicos requiere vincular teoría, simulación y práctica.

- El aprendizaje situado en problemáticas territoriales favorece la motivación, la autonomía y la conciencia socioambiental.

3. Antecedentes Regionales y Locales.

El departamento de Arauca presenta condiciones geográficas, económicas y sociales particulares que influyen directamente en los procesos de formación técnica y en la pertinencia que implica la aplicabilidad de proyectos orientados a la instalación de sistemas fotovoltaicos en la región. Su ubicación en la frontera colombo-venezolana configura dinámicas de movilidad humana, diversidad cultural y economías inestables, lo que se traduce en retos y desafíos para el acceso equitativo a bienes y servicios esenciales, entre ellos a la energía eléctrica. Acorde con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), ha señalado que uno de los principales desafíos para expansión de las energías renovables en Colombia es limitada disponibilidad de capital humano especializado, lo cual afecta la implementación operación y mantenimiento de tecnologías como los sistemas fotovoltaicos. Según la UPME, la adopción de energías renovables no convencionales requiere fortalecer las capacidades técnicas, así como promover procesos formativos que permitan desarrollar criterios autónomos para la toma de decisiones técnicas y la adaptación de soluciones energéticas a contextos locales específicos (UPME, 2015). Estas limitaciones en el talento humano cualificado representan un reto significativo para regiones como la Orinoquía, donde el potencial energético es considerable, pero la formación técnica especializada continúa siendo insuficiente para responder a las demandas del sector.

Diversos análisis de planeación educativa en Colombia muestran que la formación técnica tiene el potencial de aportar al desarrollo sostenible y al fortalecimiento territorial; sin embargo, estas intenciones no siempre se traducen en prácticas pedagógicas concretas dentro del aula. El Plan Estratégico Regional de la RAP Eje Cafetero evidencia que, aunque la educación se reconoce como un eje fundamental para la sostenibilidad y la competitividad regional, persiste una brecha entre las directrices planteadas y su efectiva implementación en los procesos formativos (RAP Eje Cafetero, 2023).

De manera simultánea, proyectos locales liderados por organizaciones civiles y juntas comunales han implementado pequeñas soluciones solares para abastecimiento doméstico, lo que demuestra una demanda real de técnicos capacitados, sin embargo, estos proyectos evidencian fallas recurrentes por mala instalación, subdimensionamiento de baterías, errores en orientación de paneles y ausencia de mantenimiento sistemático, esta situación confirma que la problemática educativa no es solo formativa, sino técnicamente observable, “Algunos campesinos que han instalado soluciones fotovoltaicas privadas

reportan fallas frecuentes por mala instalación y falta de mantenimiento, lo que evidencia la necesidad de técnicos locales capacitados para asegurar la sostenibilidad técnica de estos proyectos” (IPS Agencia de Noticias, 2025, p. s. n.).

Con base en lo anterior, el contexto regional y local indica la necesidad de implementar un modelo pedagógico que:

- Fortalezca la autonomía técnica desde la práctica situada.
- Integre teoría, experimentación, diseño y reflexión.
- Reconozca la energía como factor de desarrollo y bienestar comunitario.
- Articule formación técnica y sostenibilidad territorial.

La revisión del estado del arte evidencia que la enseñanza de sistemas fotovoltaicos en los procesos de formación técnica se encuentra en un proceso de transformación hacia metodologías que privilegien la comprensión, la autonomía y la capacidad de resolver problemas reales. A nivel internacional, la literatura sobre esta temática señala que los enfoques STEAM y el ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) favorecen la construcción de conocimiento integrado, la creatividad aplicada y el desarrollo de pensamiento crítico en torno a fenómenos energéticos. Estos estudios coinciden en que la energía solar, al ser un campo de conocimiento visible y experimental, permite experiencias de aprendizaje activo que fortalecen la comprensión conceptual y la toma de decisiones fundamentadas.

En el departamento de Arauca, al igual que en otros territorios del país, se evidencia un avance gradual hacia la incorporación de metodologías activas y enfoques contemporáneos en los procesos de formación científica y técnica, Gobernación del Arauca (2025). No obstante, esta transición pedagógica convive con una brecha significativa entre los lineamientos curriculares y las prácticas reales que se desarrollan en los ambientes de aprendizaje. En muchas instituciones de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH) de la región, aún predominan modelos tradicionales basados en la transmisión vertical del conocimiento, el entrenamiento estrictamente operativo y la repetición mecánica de procedimientos.

Este desfase es especialmente crítico en una zona como Arauca, donde las dinámicas territoriales marcadas por la dispersión geográfica, los retos en infraestructura energética, las economías inestables y la doble condición de frontera demandan profesionales capaces de analizar problemas reales, tomar decisiones autónomas y adaptar soluciones técnicas a contextos cambiantes. Sin embargo, los programas formativos continúan priorizando la destreza manual sobre el razonamiento técnico, lo que limita el

desarrollo de competencias más profundas vinculadas al diseño, dimensionamiento, evaluación y justificación de soluciones tecnológicas complejas, como los sistemas fotovoltaicos.

Como resultado, muchos estudiantes araucanos logran adquirir habilidades instrumentales básicas, pero no necesariamente desarrollan la capacidad para interpretar variables energéticas del territorio, enfrentar problemas técnicos emergentes o tomar decisiones fundamentadas en torno a la aplicabilidad de tecnologías renovables. Esta situación repercute directamente en la calidad y sostenibilidad de los proyectos locales de energía solar, y refuerza la necesidad de transformar los enfoques pedagógicos hacia modelos que integren teoría, experimentación, análisis crítico y comprensión del entorno.

En el ámbito regional, el departamento de Arauca evidencia una paradoja en materia energética y formativa: si bien cuenta con un alto potencial para el aprovechamiento de la energía solar, particularmente en zonas rurales dispersas donde la cobertura eléctrica es limitada y la dependencia de sistemas aislados es frecuente se hace necesario entonces capacitar a técnicos en el diseño, la instalación y mantenimiento e sistemas fotovoltaicos. Esta situación contrasta con las necesidades energéticas del territorio, donde la inestabilidad del servicio, la falta de interconexiones robustas y la vulnerabilidad de las redes locales convierten a la generación solar distribuida en una alternativa estratégica para mejorar la calidad y continuidad del suministro, sin embargo, la oferta formativa existente en el departamento, aunque aporta habilidades operativas básicas, se ha orientado tradicionalmente hacia la ejecución supervisada de procedimientos y no hacia la comprensión profunda de los principios técnicos que fundamentan la tecnología fotovoltaica. Esto ha derivado en procesos de enseñanza centrados en la dependencia del instructor y en la reproducción mecánica de pasos, más que en el desarrollo del razonamiento técnico, la resolución autónoma de problemas y la toma de decisiones fundamentadas. En consecuencia, los aprendices suelen enfrentar dificultades para dimensionar adecuadamente un sistema, diagnosticar fallas, evaluar condiciones ambientales o adaptar soluciones energéticas a las particularidades sociales y territoriales de Arauca, tanto en zonas urbanas como rurales.

La energía eléctrica no es solo un recurso técnico, sino un componente estructural vinculado al bienestar comunitario, la productividad y la calidad de vida de la población. “El servicio público de energía eléctrica ha sido reconocido por la Corte Constitucional como un bien público esencial, ligado al bienestar social, el desarrollo económico y la calidad de vida de la población.” (Corte Constitucional, 2017, p. 12) Impartir enseñanza sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos sin abordar la

dimensión socioambiental, es decir, su relación con el territorio, con la gestión comunitaria y con la sostenibilidad, limita la comprensión del rol del técnico como agente de transformación material y social.

Con base en lo anterior, la presente propuesta educativa se sitúa en un punto de convergencia entre las necesidades reales del territorio, los retos pedagógicos del programa formativo y las oportunidades que ofrece la metodología STEAM se integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, en torno a problemas energéticos concretos del departamento de Arauca, promoviendo el fortalecimiento, no solo de las competencias técnicas de los estudiantes, sino también de sus capacidades para analizar, argumentar y actuar con responsabilidad socioambiental en los territorios.

La Secuencia Didáctica STEAM, articulada al ABP Y a los ODS 7 Y 13 se propone como una alternativa formativa pertinente, contextualizada y orientada al desarrollo sostenible, capaz de responder a la brecha identificada entre la formación técnica tradicional y las demandas de las necesidades energéticas de la región.

Marco Teórico

La formación de técnicos competentes y eficientes en el campo de la energía fotovoltaica exige la articulación de diversos enfoques pedagógicos, epistemológicos y socioculturales que permitan comprender el proceso educativo como un fenómeno integral en el que convergen la construcción del conocimiento, la práctica técnica situada y la responsabilidad socioambiental. Bajo estos presupuestos, el presente trabajo de investigación se sustenta en cinco categorías analíticas centrales que configuran el referente teórico que orienta la propuesta formativa; el enfoque STEAM en educación como paradigma interdisciplinar que fomenta el pensamiento crítico y la creatividad aplicada; el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología activa que articula el saber con el hacer mediante la resolución de problemas reales; las competencias técnicas en sistemas fotovoltaicos como conjunto estructurado de conocimientos, habilidades y disposiciones orientadas a la instalación y diseño de soluciones energéticas; la educación contextualizada en el enclave territorial como fundamento para una formación pertinente y situada en las condiciones socioproductivas del departamento de Arauca; y la educación para la sostenibilidad vinculada a los ODS 7 y 13 como marco ético y político del desarrollo energético contemporáneo. Estas categorías permiten comprender la relevancia de la secuencia didáctica propuesta, al situarla en una perspectiva de formación integral que reconoce simultáneamente la dimensión técnica, social y ambiental del aprendizaje.

1. Fundamentos del Enfoque STEAM en Educación.

El marco de la educación STEAM cobró relevancia en 2008; se popularizó para integrar las artes al enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) existente, creando un modelo educativo interdisciplinario. El término, acuñado por Georgette Yakman busca una mayor creatividad y una resolución de problemas más completa al combinar el pensamiento crítico con la aplicación de las artes a la ciencia y tecnología. El concepto STEAM es una evolución del modelo STEM, que se comenzó a desarrollar en Estados Unidos a principios de los 90.

El modelo STEAM integra las cinco disciplinas: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, buscando preparar a los estudiantes para un entorno tecnológicamente avanzado mediante aprendizajes prácticos orientados a la resolución de problemas reales. Este enfoque interdisciplinario promueve la creatividad y la innovación, superando la enseñanza tradicional de contenidos aislados (Yakman, 2008). Se trata de un enfoque educativo flexible que promueve la creatividad y la innovación, a diferencia de la enseñanza tradicional de las materias de forma aislada.

El enfoque STEAM se ha posicionado en la última década como una alternativa curricular que busca superar la fragmentación de los saberes escolares y promover procesos de aprendizaje interdisciplinarios orientados al pensamiento crítico y la innovación. Según Yakman y Lee (2019), “la metodología STEAM permite comprender el conocimiento como una construcción integrada, donde la interdisciplinariedad se utiliza para resolver problemas auténticos, evitando la enseñanza aislada de contenidos. Este enfoque no se limita a sumar campos del saber, sino que enfatiza la articulación epistemológica entre ellos para generar experiencias formativas significativas y socialmente relevantes”.

En el campo de la educación técnica, STEAM adquiere especial relevancia, debido a que la formación profesional requiere vincular la comprensión conceptual con la acción práctica. Ortiz-Revilla, Greca y Arriasecq (2021) sostienen que las propuestas STEAM fomentan la exploración, la indagación y la experimentación como ejes estructuradores del aprendizaje, lo cual contribuye a que los estudiantes desarrollen formas de razonamiento basadas en la evidencia y la argumentación. La actividad experimental, al estar mediada por situaciones contextualizadas, permite que los estudiantes comprendan las relaciones entre fenómenos físicos, dispositivos tecnológicos y aplicaciones sociales, lo que resulta central para el estudio de sistemas fotovoltaicos.

De igual manera, el enfoque STEAM incorpora el arte como dimensión formativa vinculada a la creatividad, el diseño y la expresión personal. Para Sousa y Pileggi (2020), la inclusión del arte no debe interpretarse como adición decorativa, sino como reconocimiento de la imaginación como fuerza cognitiva necesaria para la resolución de problemas complejos. En el mejoramiento de procesos de formación técnica, para este caso, esta dimensión se expresa como la capacidad de proyectar soluciones energéticas adaptadas a contextos locales y en la toma de decisiones orientadas por criterios estéticos, funcionales y ambientales.

Por otra parte, el desarrollo del pensamiento computacional, como señala Wing (2022), se integra en STEAM para potenciar habilidades de modelación, simulación y análisis de datos. Esta perspectiva es relevante en el estudio de sistemas solares, pues la interpretación de variables como irradiancia, inclinación y potencia requieren procesos de abstracción y modelado matemático.

La perspectiva pedagógica STEAM enfatiza el aprendizaje colaborativo como un proceso de construcción social del conocimiento, en el cual los estudiantes desarrollan habilidades de argumentación, negociación y corresponsabilidad. En este sentido, la teoría del aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson (2014) demuestra que el trabajo en equipo favorece la interdependencia positiva y la toma de

decisiones conjunta, aspectos esenciales para proyectos técnicos que requieren análisis colectivo y resolución de problemas.

2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como Metodología para la Formación Técnica

Es una metodología que propone que el conocimiento se construya a partir de la formulación, el desarrollo y la evaluación de proyectos orientados a resolver problemas reales en contextos específicos, a diferencia de los modelos tradicionales centrados en la reproducción de contenidos, el ABP posiciona a los estudiantes como participantes activos en su proceso formativo, permitiéndoles tomar decisiones, asumir responsabilidades y establecer vínculos entre la teoría y la práctica. De Acuerdo con Blumenfeld et al. (2020), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) favorece la articulación entre la investigación, el diseño, la ejecución y la evaluación, lo que promueve un ciclo de aprendizaje reflexivo y orientado a la acción.

En el campo de la formación técnica, el ABP adquiere particular relevancia porque posibilita que los estudiantes se enfrenten a situaciones que simulan o reproducen condiciones reales de trabajo. Larmer y Mergendoller (2010) señalan que un proyecto formativo adquiere sentido educativo cuando plantea un problema complejo que no puede resolverse únicamente mediante procedimientos mecánicos, sino que exige análisis, interpretación, argumentación y toma de decisiones fundamentadas, en este sentido, el ABP trasciende la simple práctica de taller convirtiendo la práctica en investigación aplicada.

De igual manera el ABP contribuye al desarrollo de habilidades de trabajo colaborativo, al promover el dialogo Johnson y Johnson (2014) señalan que la interdependencia positiva, la interacción promotora y la responsabilidad grupal son condiciones fundamentales para que los equipos construyan conocimiento de manera conjunta, aspectos que resultan indispensables en el montaje y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, donde el trabajo en campo exige coordinación, precisión y criterios técnicos compartidos. Así, el ABP no solo fortalece las competencias técnicas, sino también la capacidad de operar en equipos interdisciplinarios, una cualidad altamente demandada en el sector eléctrico y energético.

De igual manera, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) contribuye al desarrollo de habilidades de trabajo colaborativo, al promover situaciones en las que el diálogo, la negociación de significados y la corresponsabilidad en los resultados se vuelven elementos centrales para lograr las metas compartidas.

3. Competencias Técnicas en Sistemas Fotovoltaicos

Según Candolfi et al (2020) “La noción de competencia técnica en el ámbito de la energía fotovoltaica comprende un conjunto articulado de conocimientos, habilidades, actitudes y criterios de juicio que le permiten a un técnico tomar decisiones fundamentadas al momento de diseñar, instalar, supervisar y mantener sistemas solares.” A diferencia de la destreza operativa, o la mera ejecución mecánica e instrumental de tareas, las competencias técnicas implican la capacidad para interpretar variables, anticipar problemas, seleccionar soluciones adecuadas y evaluar los efectos de dichas soluciones en contextos reales. De acuerdo con Tobón (2021), la competencia se configura como una integración de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales orientados hacia la acción y la resolución de situaciones en escenarios concretos. En el campo de la energía solar, los conocimientos conceptuales se relacionan con la comprensión de fenómenos físicos como la irradiación, la conversión fotovoltaica y la eficiencia energética, Kotsampopoulos, et al (2017).

Por otra parte, los saberes procedimentales se integran con el manejo adecuado de equipos, herramientas y materiales, además de la implementación de los protocolos de seguridad eléctrica. En cuanto a conceptos técnico, este se refiere a la capacidad de evaluar alternativas y justificar decisiones en términos de eficiencia, sostenibilidad y pertinencia. Galvin (2024), desde la perspectiva de la justicia energética, sostiene que el juicio técnico no puede desvincularse de consideraciones sociales y ambientales, especialmente en contextos donde el acceso a la energía afecta la calidad de vida de las comunidades. De esta manera la competencia técnica adquiere también una dimensión ética.

En síntesis, las competencias técnicas analizadas en el proyecto se fundamentan en los lineamientos establecidos por la Norma Sectorial de Competencia Laboral del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, la cual orienta los desempeños, criterios de evaluación y conocimientos esenciales que deben demostrar los trabajadores del sector eléctrico. De acuerdo con esta norma (SENA, 2021), las competencias relacionadas con la interpretación de planos eléctricos, el montaje de sistemas fotovoltaicos, la verificación de parámetros operativos y la aplicación de protocolos de seguridad industrial constituyen elementos esenciales para la formación del Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas del INARFOTEC. En este sentido, la estructura curricular del programa toma como referencia estos estándares para garantizar que los aprendizajes desarrollados respondan a las exigencias reales del entorno productivo y permitan al egresado desempeñarse de manera competente en situaciones laborales propias del sector energético.

Tabla 3

Competencias técnicas analizadas en el proyecto propuestas por la Norma Sectorial de Competencia Laboral del SENA, aplicadas al programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas en INARFOTEC.

DESCRIPCIÓN DE LA COMPETENCIA I		
Nombre de la Asignatura:	SISTEMAS ELÉCTRICOS Y DE BAJA TENSIÓN	
RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Realizar labores de instalación, mantenimiento y reparación de equipos y estructuras eléctricas tales como: redes eléctricas, subestaciones, transformadores y tableros eléctricos.		
TABLA DE SABERES		
SABER	SABER HACER	SER
Interpretación de planos y su simbología	Identificación de las características técnicas generales y particulares del sistema de iluminación se hacen de acuerdo con el tipo de iluminación y el diseño establecido y la normatividad técnica.	Interpreta la cantidad y características técnicas de los materiales y herramientas a utilizar en la instalación son las establecidas en el diseño buscando su optimización.
Características, usos y aplicaciones de materiales para instalación de sistemas de iluminación		Comprende que se hace necesario la aplicación de las normas de seguridad industrial y utilización de los implementos de protección personal son los establecidos en las normas técnicas.
Normas de seguridad y salud ocupacional aplicables para la instalación de sistemas de iluminación		Evalúa la importancia de la coordinación con otras personas relacionadas con el área de trabajo permiten la ejecución de la instalación y la puesta en servicio de la instalación
Normatividad técnica para instalaciones eléctricas	Identifica las características físicas de las regatas cumple los requerimientos técnicos y de materiales y corresponden al tipo de elementos a instalar.	Relaciones interpersonales
Empalmes, conexiones, derivaciones, encintado, estañado, argollado y abordamiento	Reconoce las características del entubado, cableado y sondeo de la instalación cumple los procedimientos y normas técnicas establecidas	
Conocimientos básicos de electricidad		
Capacidad amperimétrica y tensión de elementos a instalar	Realiza la conexión de la instalación al tablero de distribución permitiendo la realización de las pruebas de funcionamiento de la instalación	
Características y cantidad de conductores por diámetro del ducto según el calibre		

Relaciones interpersonales

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará de forma sistemática o continua, por lo que la asistencia a clase es fundamental para aprobar por cada asignatura.

La estructura de dicho sistema tendrá en cuenta los siguientes criterios:

La identificación y marcado de los conductores cumple con los requisitos de normas técnicas y productos establecidos.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
De comprensión: Las pruebas iniciales de verificación de la conexión se hacen antes de energizar el circuito. El trazado del área donde se ha construido la regata se hace previamente a la realización del cableado y conexonado El retiro de los materiales desechos y residuos se hace antes de alambrear y cablear, ubicándolos en los sitios establecidos - . De desempeño: Análisis de circuitos eléctricos. instalaciones eléctricas residenciales. acometidas eléctricas maquinas eléctricas rotativas estáticas. De producto: Comunicación asertiva y trabajo en equipo-trabajo colaborativo-cumplimiento de normas sociales y laborales	Técnica: - Observación sistemática. - Formulación de preguntas. - Simulación y análisis de situaciones. - Valoración de productos. - Estudio de casos. - Solución de problemas. - Entrevistas, Ensayos y exposiciones. Instrumento: - Cuestionarios. - Listas de chequeo. - Pruebas de habilidad y ejercicios prácticos. - Proyectos. - Monografías. - Juegos de simulación y dramatizaciones.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA	Escenarios de aprendizaje	Medios educativos y Recursos didácticos
Docente: - Exposiciones didácticas. - Explicaciones. - Demostraciones. - Formulación de preguntas. - Presentación de situaciones problemáticas. - Simulaciones. - Laboratorios. - Entrevistas.	- Aulas. - Laboratorio de sistemas. - Lugares de práctica. - Espacios de bienestar.	- Computadores. - Video Beam. - Tableros. - Guías de aprendizaje y documentos. - Multimedia, videos, diapositivas e imágenes.

- Videos.	- Páginas web, blogs, buscadores, chats, correos electrónicos, foros.
Estudiante:	
- Tareas de investigación, búsqueda y análisis de información.	- Teleconferencias.
- Elaboración de ensayos y documentos.	- Video conferencias.
- Diseño de proyectos, estudio y resolución de problemas.	
- Estudios de caso.	
- Demostraciones y dramatizaciones.	
- Ejercicios prácticos y Exposiciones.	

DESCRIPCIÓN DE LA COMPETENCIA II

Nombre de la Asignatura:	DIAGNOSTICO, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTRICO DE MOTORES Y GENERADORES
--------------------------	--

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Realiza ensayos eléctricos periódicos para detectar defectos en forma temprana y prevenir paradas inesperadas con altos costos económicos. Por lo tanto, es importante efectuar un análisis de los espectros de descargas parciales y si es posible el mapeo de cuñas para detectar y corregir esta falla recurrente.

Asimismo, el diagnostico de motores asincrónico, que en ensayos llevados a cabo durante una parada programada presenta descargas parciales en ranura relacionadas con problemas de acuñado. Al remover tapas de inspección se detectó un polvillo rojizo depositado en cabezas de bobina con una pronunciada disposición simétrica.

TABLA DE SABERES

SABER	SABER HACER	SER
Energía solar fotovoltaica: concepto, utilización, aplicaciones y costos.	Comprueba el potencial energético de la zona a estudiar identificando las posibilidades de instalación de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica.	Demuestra y valora el desempeño en cuanto a la identificación y viabilidad del potencial energético de la zona.
Conformación de los sistemas de generación.		Promueve las condiciones ambientales, arquitectónicas, de ubicación y accesibilidad identificando las necesidades del proyecto.
Aspectos económicos, ambientales y sociales.		
Costos directos, costos indirectos, depreciación.	Investiga la carga a suplir en la zona dimensionada de acuerdo con las necesidades del usuario.	Aplica los fundamentos de longitud, latitud, ángulo azimut solar, ángulo de altitud solar y distancia cenital.
Relaciones beneficio vs costo.		
Normatividad vigente.	Utiliza la normatividad y el plan de ordenamiento territorial de la zona.	Utiliza los fundamentos y conceptos de la radiación, fotónica, electricidad, energía solar y uso del mapa solar.
Incentivos y subsidios relacionados con fuentes no convencionales de energía.		

Mecanismos y fondos de financiación nacional e internacional	Viabiliza el proyecto analizando el potencial energético de la zona y criterios técnicos.
--	---

Viabiliza el proyecto analizando las condiciones ambientales y geográficas de la zona.

Viabiliza el proyecto analizando las condiciones sociales y económicas.

Realiza estudio de viabilidad documentando de acuerdo con la información analizada y método del estudio.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará de forma sistemática o continua, por lo que la asistencia a clase es fundamental para aprobar por cada asignatura.

La estructura de dicho sistema tendrá en cuenta los siguientes criterios:

Identificación de la localización geográfica de la zona.

Cálculo de carga y demanda energética.

Esquemas eléctricos: tipología de los esquemas eléctricos, planos de instalaciones eléctricas.

Condiciones ambientales: geomorfología, meteorología, nivel cerámico.

Condiciones arquitectónicas: tipos de techos, inclinación de techos.

Normatividad vigente.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
De conocimiento: Análisis de control de calidad Manejo de imprevistos Reparación Pensamiento crítico Evaluación y control de actividades - .	Técnica: - Observación sistemática. - Formulación de preguntas. - Simulación y análisis de situaciones. - Valoración de productos. - Estudio de casos. - Solución de problemas. - Entrevistas, Ensayos y exposiciones.
De desempeño: Entrega un reporte del potencial energético de la zona identificando si suple las necesidades del	Instrumento: - Cuestionarios.

usuario para la generación de energía solar fotovoltaica.

Entrega un informe de viabilidad de implementar un sistema de energía solar fotovoltaica identificando los factores de viabilidad económica, técnica, ambiental y social.

- Listas de chequeo.
- Pruebas de habilidad y ejercicios prácticos.
- Proyectos.
- Monografías.
- Juegos de simulación y dramatizaciones.

De producto:

Fichas técnicas de equipos y materiales.

Manuales de diseño

Procedimientos propios

-

ESTRATEGIA METODOLÓGICA	Escenarios de aprendizaje	Medios educativos y Recursos didácticos
Docente: - Exposiciones didácticas. - Explicaciones. - Demostraciones. - Formulación de preguntas. - Presentación de situaciones problemáticas. - Simulaciones. - Laboratorios. - Entrevistas. - Videos.	- Aulas. - Laboratorio de sistemas. - Lugares de práctica. - Espacios de bienestar.	- Computadores. - Video Beam. - Tableros. - Guías de aprendizaje y documentos. - Multimedia, videos, diapositivas e imágenes. - Páginas web, blogs, buscadores, chats, correos electrónicos, foros. - Teleconferencias. - Video conferencias.
Estudiante: - Tareas de investigación, búsqueda y análisis de información. - Elaboración de ensayos y documentos. - Diseño de proyectos, estudio y resolución de problemas. - Estudios de caso. - Demostraciones y dramatizaciones. - Ejercicios prácticos y Exposiciones.		

DESCRIPCIÓN DE LA COMPETENCIA III

CÓD. N.S.C.L.	DENOMINACIÓN
Nombre de la Asignatura:	SISTEMAS ELECTRICOS AUTONOMOS Y CONEXIÓN A RED

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Elaborará planos y memorias de cálculo: concepto, métodos y aplicaciones conformadas por los sistemas de generación.

El dimensionamiento del sistema es evaluado de acuerdo con criterios de seguridad y suministro de energía solar fotovoltaica.

Entrega los planos y memoria de cálculo cumpliendo con los requerimientos necesarios para una determinada zona.

TABLA DE SABERES		
SABER	SABER HACER	SER
Medios y herramientas de dimensionamiento de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica.	Aplica memorias de cálculo del sistema de generación de energía solar fotovoltaica elaboradas teniendo en cuenta el estudio de viabilidad y metodologías técnicas.	Cuida los recursos técnicos de dimensionamiento del sistema que son identificados de acuerdo con la cantidad y la calidad del material y/o equipo requerido.
Metodologías y procedimientos de dimensionamiento de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica.	Realiza el plano del sistema de generación de energía solar fotovoltaica teniendo en cuenta el estudio de viabilidad y metodologías técnicas.	Reconoce la importancia de los recursos humanos necesarios para la instalación del sistema de acuerdo con las actividades de obra.
Sistemas de generación de energía solar fotovoltaica: concepto, tipos de tecnología y aplicaciones.	Aplica la normatividad vigente acatando en la formulación técnica del proyecto.	Maneja cuidadosamente los costos del proyecto calculados de acuerdo con el presupuesto asignado.
Memorias, diagramas, tablas, fichas técnicas e instructivos de los componentes del sistema: concepto, tipos y aplicaciones	Utiliza los equipos para la instalación identificando y seleccionándolos de acuerdo con los planos y normatividad vigente.	
Módulos fotovoltaicos y curvas características de paneles fotovoltaicos.		
Normatividad vigente.		

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará de forma sistemática o continua, por lo que la asistencia a clase es fundamental para aprobar por cada asignatura.

La estructura de dicho sistema tendrá en cuenta los siguientes criterios:

El cronograma del proyecto es elaborado según la disponibilidad del recurso y requerimientos del usuario.

Las especificaciones técnicas y los recursos requeridos son documentados de acuerdo con información analizada y método establecido

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
De conocimiento: Facilitar buenas prácticas preventivas en el puesto de trabajo y proponer pautas y recomendaciones para el control de riesgos y la mejora de las condiciones de trabajo. • Favorecer la mejora continua de las condiciones de trabajo. • Promover la integración de la prevención de riesgos laborales en las empresas con una mayor implicación de empresarios y trabajadores. De desempeño: Identificar factores de riesgo laboral que inciden sobre la seguridad y la salud en las instalaciones eléctricas. Conocer los principales riesgos de accidentes de trabajo en el puesto de trabajo y sus posibles causas. Informar sobre la relación de causas potencialmente generadoras de riesgos en las instalaciones eléctricas. De producto: Fomentar el interés por la prevención de riesgos laborales en el puesto de trabajo. Incidir en la integración de la seguridad y salud en todas las actividades que desarrolla en las instalaciones eléctricas.	Técnica: - Observación sistemática. - Formulación de preguntas. - Simulación y análisis de situaciones. - Valoración de productos. - Estudio de casos. - Solución de problemas. - Entrevistas, Ensayos y exposiciones. Instrumento: - Cuestionarios. - Listas de chequeo. - Pruebas de habilidad y ejercicios prácticos. - Proyectos. - Monografías. - Juegos de simulación y dramatizaciones.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA	Escenarios de aprendizaje	Medios educativos y Recursos didácticos
Docente: - Exposiciones didácticas. - Explicaciones. - Demostraciones. - Formulación de preguntas. - Presentación de situaciones problemáticas. - Simulaciones. - Laboratorios. - Entrevistas. - Videos.	- Aulas. - Laboratorio de sistemas. - Lugares de práctica. - Espacios de bienestar.	- Computadores. - Video Beam. - Tableros. - Guías de aprendizaje y documentos. - Multimedia, videos, diapositivas e imágenes. - Páginas web, blogs, buscadores, chats,

Estudiante:	correos electrónicos, foros.
- Tareas de investigación, búsqueda y análisis de información.	- Teleconferencias.
- Elaboración de ensayos y documentos.	- Video conferencias.
- Diseño de proyectos, estudio y resolución de problemas.	
- Estudios de caso.	
- Demostraciones y dramatizaciones.	
- Ejercicios prácticos y Exposiciones.	

Nota. Esta figura muestra el conjunto competencias técnicas, correspondientes al programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de INARFOTEC en Arauca.

4. Educación Contextualizada en Arauca

La educación contextualizada parte de reconocer que los procesos formativos no pueden comprenderse ni desarrollarse al margen de las realidades socioculturales, históricas y económicas en las que se insertan. Desde esta perspectiva, según Santos (2000) el territorio no constituye únicamente un espacio físico, sino un entramado de relaciones, significaciones, prácticas y necesidades que configuran las formas de comprender y habitar el mundo. Para autores como Porto-Gonçalves (2020) el territorio es una construcción política y cultural donde se expresan relaciones de poder, modos de producción y proyectos de vida, por lo tanto, la formación técnica que ignore el territorio tiende a reproducir modelos descontextualizados, ajenos a las realidades locales y poco sostenibles en el tiempo.

En el caso del departamento de Arauca, la educación técnica se desarrolla en un territorio caracterizado por altos índices de ruralidad, movilidad fronteriza, economías fluctuantes y presencia histórica de conflicto sociopolítico, estos factores inciden en el acceso desigual a recursos esenciales, entre ellos la energía eléctrica. La Unidad de Planeación Minero-Energética (2024) señala que, aunque Arauca posee una de las mayores disponibilidades de irradiación solar en el país, existen comunidades que dependen de plantas diésel, redes inestables con suministro intermitente, afectando procesos educativos, domésticos y productivos. De esta manera, la energía adquiere una dimensión territorial de primera necesidad, asociada con el bienestar, la productividad y la permanencia comunitaria.

La educación contextualizada en territorios como Arauca implica reconocer que el aprendizaje se construye a partir de los desafíos locales. De igual manera, la territorialización de la educación fomenta la construcción de identidad y pertenencia. Restrepo et al., (2022) sostiene que cuando el conocimiento dialoga con la memoria, la cultura y las dinámicas locales, se fortalece la agencia social de los

estudiantes, entendida esta como la capacidad de los estudiantes para actuar de manera autónoma y tomar decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje, y se promueve también una formación ética orientada al cuidado de los entornos.

Lo anterior es particularmente relevante en el departamento de Arauca, lugar en el que convergen relaciones entre el territorio, el trabajo, y la sostenibilidad, factores que se encuentran en permanente reconfiguración.

En consecuencia, una propuesta educativa situada en este territorio debe:

- Reconocer el valor estratégico de la energía solar como alternativa para la autonomía comunitaria.
- Comprender la formación técnica como práctica social y no solo instrumental.
- Promover la responsabilidad ambiental y el cuidado de los bienes comunes.
- Fortalecer la capacidad de los estudiantes para diagnosticar, decidir y actuar en su realidad.

La educación contextualizada constituye la base ética y política para el desarrollo de competencias técnicas aplicadas a problemas energéticos en Arauca, articulando formación, territorio y equidad social.

5. Educación Para la Sostenibilidad, ODS 7 y ODS 13

La educación para la sostenibilidad constituye un enfoque formativo orientado a desarrollar competencias, habilidades y capacidades que le permitan a los estudiantes comprender la interdependencia entre los sistemas sociales, económicos y ambientales, así como a promover formas de acción responsable frente a los desafíos y retos ecológicos contemporáneos. Desde esta perspectiva, la sostenibilidad implica no solo el uso racional de los recursos, sino también la transformación de las prácticas culturales y productivas hacia modelos que garanticen la continuidad de la vida en condiciones dignas. Sterling (2021) sostiene que educar para la sostenibilidad implica replantear la educación como un proceso de construcción ética y política, capaz de cuestionar las lógicas que originan la crisis ambiental.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el ODS 7 plantea la necesidad de garantizar el acceso universal a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna, reconociendo que las brechas energéticas siguen profundamente marcadas por desigualdades territoriales, especialmente en América Latina y el Caribe (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2022).

Según Naciones Unidas (2015), las metas del ODS 7 incluyen ampliar el acceso universal a servicios energéticos, aumentar la proporción de energías renovables en la matriz global, mejorar la eficiencia energética, fortalecer la cooperación internacional y promover el acceso a tecnologías y combustibles limpios, elementos que resultan fundamentales para avanzar hacia sistemas energéticos más equitativos y sostenibles.

El ODS 7 busca garantizar el acceso universal a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna, cuyas metas incluyen ampliar el acceso a servicios energéticos, aumentar la proporción de energías renovables, mejorar la eficiencia energética y fortalecer la cooperación internacional para el desarrollo de tecnologías limpias (Naciones Unidas, 2015). Por su parte, el ODS 13 se orienta a la acción por el clima e insta a integrar medidas de mitigación y adaptación en las políticas nacionales, fortalecer la resiliencia frente a los riesgos climáticos y promover la educación y la sensibilización ambiental (Naciones Unidas, 2015). En este marco, Sovacool y Griffiths (2023) subrayan que la transición hacia tecnologías energéticas limpias es tanto un desafío técnico como educativo, ya que implica transformar las formas de pensar y planificar los territorios. La implementación de sistemas solares en programas de formación técnica aporta a este proceso al disminuir la utilización de combustibles fósiles y los impactos ambientales derivados de los sistemas tradicionales de generación eléctrica.

En el contexto actual, la formación de técnicos en sistemas fotovoltaicos debe integrar competencias de sostenibilidad ambiental, que permitan evaluar el impacto ecológico de las decisiones técnicas y adoptar prácticas responsables. Las competencias clave incluyen comprender, evaluar y generar soluciones sostenibles, así como tomar decisiones estratégicas que reduzcan residuos y optimicen recursos (Suárez, Dusú, & Sánchez, 2022). Por ello, la sostenibilidad debe considerarse un criterio transversal en la formación técnica, permitiendo a los futuros profesionales diseñar e implementar soluciones energéticas eficientes y respetuosas con el medio ambiente (Ull Solís, 2015). De igual manera Ramos y Duarte (2024) señalan que la sostenibilidad se aprende mediante la participación en proyectos que respondan a problemas reales del territorio, lo cual coincide con la secuencia didáctica desarrollada en este proyecto. Al vincular la instalación de sistemas fotovoltaicos con necesidades energéticas concretas de Arauca, no solo se fortalecen habilidades técnicas, sino también la conciencia climática y la responsabilidad social. En síntesis, incorporar el ODS 7 y el ODS 13 al proceso formativo permite comprender la energía como un derecho social, y al mismo tiempo, como una condición para mitigar el cambio climático, razón por la cual la propuesta educativa planteada se estructura como un ejercicio de transición energética desde la escuela técnica, articulando la formación profesional con el compromiso ético de contribuir a la construcción de territorios sostenibles y resilientes.

Marco Conceptual

El presente trabajo se fundamenta en una serie de conceptos clave que orientan su desarrollo pedagógico, técnico y social, esta terminología no se asume como simples definiciones abstractas, sino como construcciones concretas que cobran sentido en el contexto formativo del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC y en la aplicabilidad de soluciones energéticas reales en Arauca. El propósito de este marco conceptual es contextualizar el significado y la pertinencia de dichos conceptos para evitar interpretaciones ambiguas, garantizando así la cohesión y la coherencia en la propuesta pedagógica.

STEAM

La metodología STEAM integra cinco campos del conocimiento: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. En este trabajo, STEAM se concibe como una forma de aprendizaje basada en la exploración, la experimentación y la creatividad, donde los estudiantes se involucran activamente en retos que demandan soluciones en contextos reales. No se trata únicamente del aprendizaje de conceptos aislados, sino de promover una comprensión holística del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y de los efectos que estos puedan generar en los entornos donde se apliquen. Yakman (2008) destaca que la inclusión del componente artístico no se limita a expresiones estéticas, sino que busca desarrollar la capacidad de imaginar, diseñar y representar soluciones, promoviendo el pensamiento divergente y la flexibilidad cognitiva en los procesos de aprendizaje técnico y creativo.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

En el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), los estudiantes investigan, analizan información, diseñan propuestas, construyen prototipos y reflexionan sobre sus decisiones, promoviendo un aprendizaje activo y contextualizado. A diferencia de la enseñanza tradicional, en la que predominan la memorización y la repetición del conocimiento, el ABP fomenta la comprensión profunda, la autonomía, la argumentación técnica y el trabajo colaborativo (Thomas, 2000). En el marco de este proyecto, el reto orientador es el diseño e instalación de prototipos solares que respondan a necesidades reales de los entornos, convirtiendo el aprendizaje en una experiencia significativa y aplicada.

Sistema Fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico (FV) está conformado por diversos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en electricidad aprovechable a través del efecto fotovoltaico. Las células solares habitualmente de silicio cristalino convierten la luz del sol en corriente continua (DC) (Dunlop, 2010). Estas células se agrupan en módulos o paneles fotovoltaicos, que al ser interconectados configuran una matriz capaz de generar niveles de energía adecuados para uso residencial, comercial o industrial (Perpiñán, 2020; Dewangan, 2014). Para que la electricidad generada sea compatible con la mayoría de los equipos eléctricos, un inversor convierte la corriente continua en corriente alterna (AC), cumpliendo además funciones de regulación y sincronización en sistemas conectados a red (Dewangan, 2014; IJSER, 2023). Un sistema fotovoltaico típico incluye paneles solares, controlador de carga, baterías de almacenamiento, inversor y elementos de protección y conexión (Perpiñán, 2020). Más allá de estos componentes, el diseño de un sistema adecuado requiere considerar aspectos como la orientación solar, las condiciones climáticas, el consumo estimado y las necesidades específicas del usuario. En consecuencia, la enseñanza del diseño y la implementación de sistemas fotovoltaicos exige que los estudiantes comprendan los principios físicos subyacentes, la función de cada componente y la lógica que rige su integración práctica.

Competencia Técnica

La competencia técnica se define como la capacidad para ejecutar procesos propios en el campo ocupacional con seguridad, precisión y sentido. No se reduce a saber manipular herramientas, sino que incluye la capacidad de justificar por qué se elige un método, material o configuración, (Tobon,2021). En el caso de los sistemas fotovoltaicos la competencia técnica se evidencia cuando el estudiante puede interpretar esquemas, calcular parámetros eléctricos, ensamblar sistemas y evaluar su funcionamiento. Esta competencia solo se fortalece mediante experiencias prácticas que promueven la reflexión sobre la acción, más que por simple imitación del docente (Tobon,2021).

Competencia Socioambiental

La competencia socioambiental se define como la capacidad de reconocer el impacto social y ambiental, relacionado a las decisiones técnicas y al actuar de manera responsable en la aplicación de soluciones frente a la comunidad y a los entornos. En territorios como Arauca, donde el acceso a energía estable y sostenible es una necesidad fundamental, la producción y el uso de energía no puede comprenderse solo como un ejercicio técnico, supone una relación directa con el bienestar, la salud, la

educación y la autonomía comunitaria. Desarrollar esta competencia implica comprender la energía como un derecho Naciones Unidas (2018), valorar las fuentes renovables y participar en la construcción de soluciones colectivas que favorezcan la aplicabilidad y su sostenibilidad.

Territorio

Arauca es un territorio con particularidades geográficas y climáticas que lo definen como un lugar propicio para el aprovechamiento de la energía solar, pero también con retos y desafíos relacionados a la desigualdad energética y a la dependencia de sistemas centralizados. Educar, desde y para el territorio, significa reconocer estas realidades como punto de partida para aprender y transformar.

Sostenibilidad Energética

La sostenibilidad energética hace referencia a la capacidad de garantizar el acceso a la energía de forma continua, económica y ambientalmente responsable, International Energy Agency [IEA], 2021). La energía fotovoltaica constituye una alternativa coherente con este principio, ya que permite aprovechar un recurso disponible localmente, reduce costos a largo plazo y minimiza los impactos ambientales. Desde el ámbito educativo, promover la sostenibilidad implica no solo la instalación de sistemas solares, sino también comprender su papel en la construcción de un tejido social más justo y resiliente

Marco Legal y Normativo

A continuación en la Tabla 4, se presentan las principales normas que orientan la implementación pedagógica, técnica y formativa del proyecto, teniendo en cuenta la relación entre educación, energías renovables y sostenibilidad social.

Tabla 4

Marco legal

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículo(s) que aplican	Aplicabilidad para el proyecto
Constitución Política de Colombia	1991	Declara el derecho fundamental a la educación y el deber del Estado de promover la protección del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.	Art. 67, Art. 79	Fundamenta el carácter formativo del proyecto y su orientación hacia el cuidado ambiental en la implementación de energía.
Ley 115 – Ley General de Educación	1994	Regula la educación en Colombia y orienta la formación hacia el desarrollo de competencias técnicas, científicas y ciudadanas.	Art. 5, Art. 20 y 21	Sustenta la integración de proyectos pedagógicos basados en STEAM y la formación en ciencia, tecnología y uso responsable de recursos.
Ley 30 – Educación Superior	1992	Establece la autonomía de las instituciones educativas para diseñar programas pertinentes a las necesidades del entorno.	Art. 3 y Art. 6	Permite adaptar programas técnicos como Electricidad Solar o STEM a las necesidades del sector productivo regional.
Ley 1064 – Formación para el Trabajo y Desarrollo Humano	2006	Define la formación técnica como un proceso orientado al desarrollo de competencias laborales.	Art. 1, 3 y 5	Valida el enfoque hacia competencias técnicas para la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.
Ley 1715 – Transición Energética	2014	Promueve el aprovechamiento de energías renovables en el país.	Art. 2, Art. 7 y Art. 14	Fundamenta el uso de tecnologías fotovoltaicas como alternativa de generación limpia.
Decreto 1073 – Sector Minas y Energía	2015	Compila la reglamentación para la implementación de energías renovables.	Capítulo 4, sección de	Orienta lineamientos técnicos que deben aplicarse en la

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículo(s) que aplican	Aplicabilidad para el proyecto
			energías renovables	instalación de sistemas solares.
Resolución 030 de la CREG	2018	Regula el acceso y conexión de usuarios de pequeños proyectos de generación distribuida y autogeneración.	Art. 9	Establece criterios para integrar sistemas fotovoltaicos a redes locales.
RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas	2021	Norma obligatoria en materia de seguridad en instalaciones eléctricas y energías renovables.	Capítulo 20 y anexos	Sustenta los requisitos técnicos y de seguridad para diseños fotovoltaicos.
ODS 7 – Energía Asequible y No Contaminante (ONU)	2015	Promueve el acceso universal a energía moderna, sostenible y de costo moderado.	Meta 7.1, 7.2	Conecta el proyecto con los retos globales y el compromiso ambiental.

Nota. Esta figura muestra el conjunto de normas legales vigentes que impactan el proyecto.

Marco Metodológico

1. Categorización de la Realidad Educativa

La realidad educativa del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC en Arauca se evidencia en las dificultades que presentan los estudiantes, en cuanto a la comprensión del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, así como una marcada dependencia del docente durante las prácticas de montaje e instalación. Esta situación limita el desarrollo de autonomía técnica, la apropiación conceptual y la capacidad de proponer soluciones energéticas contextualizadas en el territorio.

Tabla 5

Categorías de análisis

Categoría	Descripción en el contexto del proyecto
Articulación de la Competencia Técnica en Sistemas Fotovoltaicos en el proyecto	Fortalecimiento de las capacidades para interpretar, calcular, seleccionar y ensamblar componentes fotovoltaicos de forma segura, fundamentada y autónoma en el programa técnico, a través de la implementación de una didáctica basada en la metodología STEAM, con el propósito de solucionar el consumo de energía sostenible en la región.
Articulación de la Competencia Socio ambiental para la Sostenibilidad.	Fortalecimiento de las capacidades para comprender la energía como recurso social y ambiental, promoviendo usos responsables y soluciones acordes con las necesidades del territorio en el programa técnico, mediante la aplicación de una propuesta didáctica basada en la metodología STEAM, con el propósito de solucionar el consumo de energía sostenible en la región.
Necesidad de solucionar el consumo de energía sostenible en la región	Análisis de las necesidades de consumo energético sostenible en la región para la aplicación del proyecto, en aras de solucionar esta problemática socioambiental en el territorio.
Identidad Territorial y Sostenibilidad	Conocer el significado y la importancia de la pertenencia a la región y de la valoración de los recursos sustentables con base en la aplicabilidad de las tecnologías.

Nota. Esta tabla muestra las categorías de análisis seleccionadas para poder determinar los criterios de desarrollo del proyecto.

2. Enfoque de Investigación

El proyecto se desarrolla bajo un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos para la recolección y análisis de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Componente Cualitativo** para interpretar los procesos de aprendizaje, las interacciones y la construcción de significado mediante observación y diálogo.
- **Componente Cuantitativo** para medir los avances en las competencias técnicas mediante instrumentos estandarizados.

Este enfoque permite comprender en cómo y en cuánto se transforman las competencias durante la implementación de la secuencia STEAM.

3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación implementado en este proyecto es Investigación Acción Educativa, (Elliott, 1993), en la cual los educadores investigan y reflexionan sobre su propia práctica para mejorarla de forma cíclica, este tipo de investigación se caracteriza por ser un proceso participativo, reflexivo y colaborativo que busca resolver problemas prácticos y transformar la enseñanza y el aprendizaje en el aula. En lugar de enfocarse en la teoría abstracta genera conocimiento práctico y directo para la mejora continua. Este tipo de investigación combina la investigación académica con la práctica profesional para solucionar problemas específicos en los contextos educativos.

Para este caso particular los docentes investigadores diseñan, implementan, analizan y ajustan la propuesta de implementación de una Secuencia Didáctica STEAM dentro del aula y el taller, en el marco de las soluciones de consumo de energía fotovoltaica en Arauca, con el ánimo de transformar la práctica pedagógica de manera situada en el contexto del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltáicas impartido por INARFOTEC en Arauca.

4. Tipo de Estudio

En este proyecto se implementaron dos tipos de estudio; Descriptivo y Correlacional, correlacional Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014). entendido el primero como la medición sistemáticamente de ciertas características en una población determinada, y el segundo

como la relación que se puede presentar entre dos o más variables definidas para determinar si la correlación entre dichas variables impacta en conjunto de manera positiva, negativa o nula un proyecto, tomando como base las tres categorías de análisis propuestas. La parte descriptiva se evidencia en varias fases del trabajo; el diagnóstico la implementación y los resultados, la parte correlacional se evidencia en la convergencia de las categorías reflejadas en el desarrollo y los resultados del trabajo.

Lo anterior permitió determinar los criterios para la implementación de la secuencia didáctica STEAM articulada a los ODS 7 y 13 en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas en INARFOTEC.

5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Se diseñó un cuestionario con 15 preguntas de selección múltiple, el cual está estructurado con los siguientes tipos de preguntas abiertas precodificadas.

Instrumento

Se pretende aplicar un cuestionario como instrumento de evaluación para la planeación de las competencias anteriormente mencionadas. El Cuestionario es una estrategia para fortalecer el aprendizaje y son una herramienta muy útil y versátil para conocer el nivel de conocimientos de los estudiantes. Sirven tanto para realizar evaluaciones diagnósticas como para tener una idea más clara del grado de competencia curricular de cada estudiante. Además, tienen la ventaja de ahorrar bastante tiempo en la corrección. En el ámbito de las áreas con enfoque Steam, los cuestionarios también se emplean como instrumentos de investigación y evaluación, tanto de personas como de procesos y programas formativos.

Cuestionario

Las preguntas de selección múltiple con única respuesta. Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta (A, B, C o D), entre las cuales usted debe escoger la que considere correcta.

Tabla 6*Técnicas e instrumentos de recolección*

Técnica	Instrumento	Finalidad	Relación con las categorías
Percepción Docente del área	Calificación habilidades - Preconceptos	Medir evolución conceptual	Competencia Técnica
Cuestionario-Percepción estudiantil	Pretest https://forms.gle/fXZxYwq3Yw25gKJq8 Pos-test https://forms.gle/oFApLNJzSjncPMW28	Medir evolución conceptual.	Competencia Técnica Sostenibilidad
Evaluación práctica	Rúbrica de desempeño- Anexo 8	Evaluar montaje, manejo de herramientas y seguridad.	Competencia Técnica
Seguimiento colaborativo	Bitácora de proyecto – Anexo 1	Evidenciar toma de decisiones y trabajo en equipo.	Competencia Socioambiental

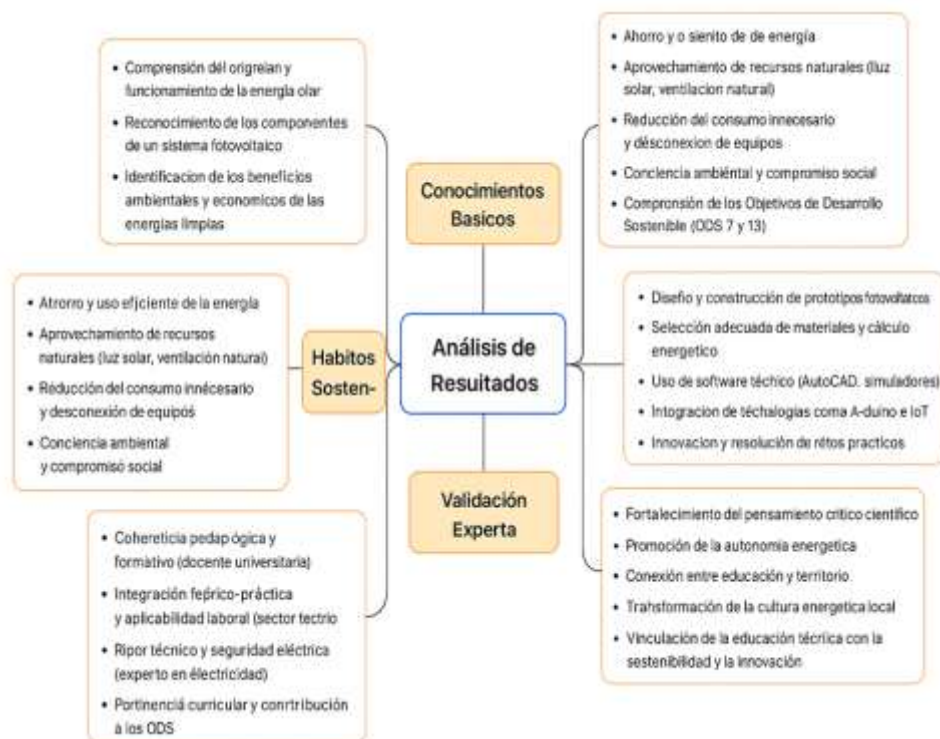
Nota. Esta tabla muestra las técnicas e instrumentos de recolección de información, así como su finalidad basada en criterios de medición y análisis, con su respectiva relación con las categorías

6. Validación por Expertos

Los instrumentos y la secuencia STEAM fueron validados por tres (3) expertos en educación STEAM, energías renovables y evaluación educativa el cual fueron considerados como adecuados para la aplicación del proyecto (Anexo 7)

Figura 1

Estructura del análisis realizado por los expertos



Nota. Esta figura muestra el conjunto de elementos que determinaron la estructura del análisis que realizaron los expertos.

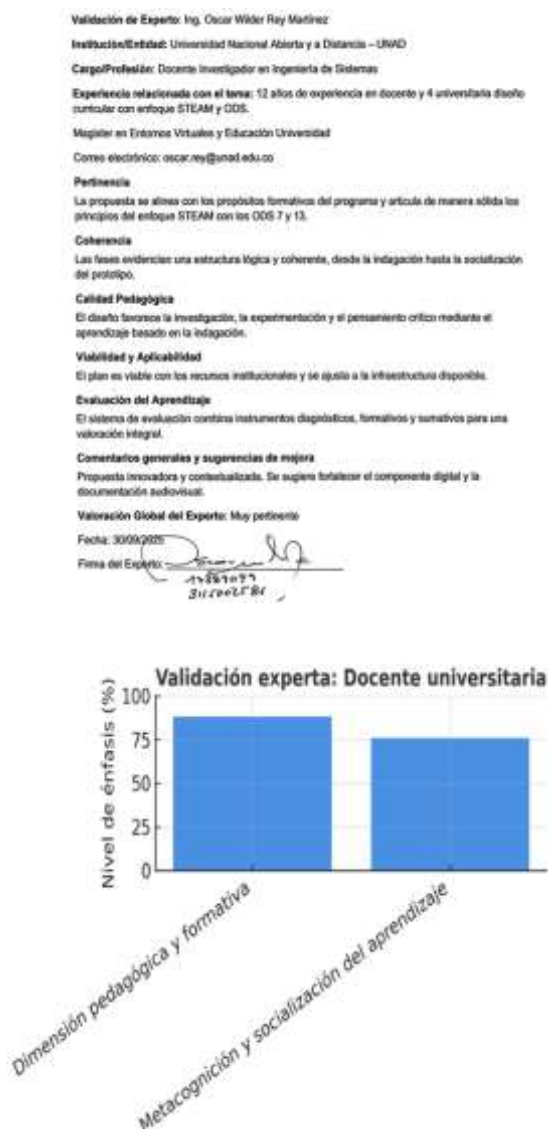
Especificación

Evaluación del proyecto se plantea desde una perspectiva multidimensional que integra componentes pedagógicos, tecnológicos y técnicos. Esta visión es coherente con lo expuesto por Mishra y Koehler (2006), quienes señalan que la comprensión de los procesos formativos requiere articular saberes pedagógicos, tecnológicos y disciplinares. Asimismo, Bybee (2013) sostiene que los proyectos STEAM deben analizarse desde diferentes miradas para evidenciar el carácter interdisciplinario que los sustenta. En este sentido, la Secuencia Didáctica STEAM se fundamenta en un enfoque integral que reconoce la interacción entre las diversas dimensiones involucradas. La interrelación del análisis realizado por los tres perfiles expertos fortaleció la credibilidad de los hallazgos. La docente universitaria subrayó la coherencia pedagógica de la propuesta y su alineación con los ODS, destacando el valor formativo del trabajo colaborativo y la reflexión crítica.

El análisis teórico evidenció que la metodología STEAM es adecuada para integrar la formación técnica con la sostenibilidad ambiental. La validación mostró que los estudiantes reconocen la relevancia de los ODS 7 y 13, aunque aún deben fortalecer sus competencias técnicas y actitud proambiental. Se cuenta con una secuencia didáctica validada por expertos, que constituye un avance significativo y servirá de base para la fase final de construcción y evaluación del prototipo.

Figura 2

Análisis realizado por el docente universitario



Nota. Esta figura muestra la validación realizada por un docente universitario a la Secuencia Didáctica STEAM.

El profesional del sector tecnológico enfocó su valoración en la aplicabilidad laboral, reconociendo el potencial del proyecto para vincular el aprendizaje con la innovación local.

Figura 3

Análisis realizado por el profesional del sector tecnológico



Nota. Esta figura muestra la validación realizada por un profesional del sector tecnológico a la Secuencia Didáctica STEAM.

El experto en electricidad enfatizó el rigor técnico y la seguridad eléctrica, aspectos que alcanzaron los mayores porcentajes de valoración (94 % y 90 % respectivamente), garantizando la viabilidad profesional de la secuencia.

Figura 4

Análisis realizado por el profesional experto en electricidad

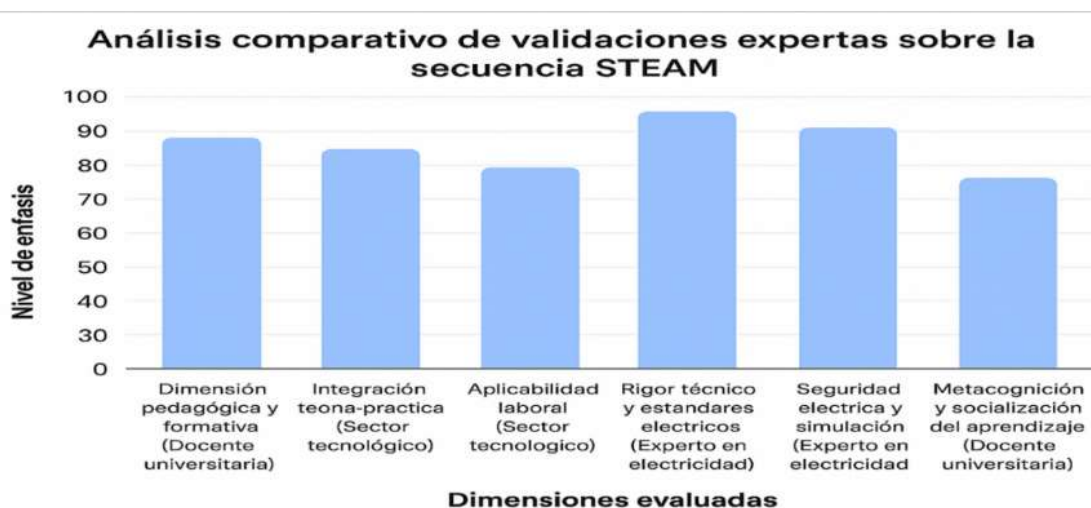


Nota. Esta figura muestra la validación realizada por un profesional experto en electricidad a la Secuencia Didáctica STEAM.

La triangulación de estos análisis permitió construir una visión holística del proceso; la Secuencia Didáctica STEAM, no solo es pedagógicamente viable y pertinente, sino que también es tecnológicamente válida y socialmente necesaria para coadyuvar a la solución de problemas energéticos en Arauca. Se ajustaron indicadores, niveles de logro, y secuencia de actividades para garantizar la coherencia del análisis con el contexto araucano.

Figura 5

Resultado del análisis comparativo realizado por los expertos



Nota. Esta figura muestra el resultado del análisis comparativo de las validaciones expertas que se realizó en la Secuencia Didáctica STEAM.

7. Técnicas de Análisis

- **Cualitativo:** La categorización temática y el análisis interpretativo de narrativas y observaciones se fundamentan en los aportes de Braun y Clarke (2006), quienes conciben el análisis temático como un proceso sistemático para identificar y organizar patrones de significado en datos cualitativos. Desde una perspectiva más amplia, Denzin y Lincoln (2018) señalan que la investigación cualitativa busca comprender fenómenos sociales y educativos a partir de interpretaciones profundas de experiencias y discursos. Asimismo, Flick (2015) destaca el uso de técnicas como el diario de campo, las entrevistas y las bitácoras como herramientas esenciales para documentar y analizar las percepciones y vivencias de los participantes, como se puede observar en la tabla 5.
- **Cuantitativo:** En este aspecto, el análisis cuantitativo se entiende como un enfoque de investigación basado en la medición y el uso de datos numéricos para describir, explicar o predecir fenómenos. Según Creswell (2014), este tipo de enfoque permite examinar relaciones y cambios mediante procedimientos estadísticos sistemáticos. De manera complementaria, Hernández Sampieri et al. (2014) señalan que la comparación de puntajes pre y post y el análisis porcentual de

variaciones constituyen estrategias comunes para evaluar mejoras en procesos educativos. En coherencia con lo anterior, el proyecto incorpora la comparación de resultados y el análisis porcentual de avance en rúbricas como evidencia del impacto de la intervención.

8. Aplicación y Análisis Preliminar

La secuencia se implementó durante diez (5) sesiones en aula–taller. Se observó un aumento progresivo en la autonomía técnica y en la comprensión del sistema fotovoltaico, confirmado por mejoras cuantitativas en pruebas y desempeños prácticos. Lo anterior se hizo a través de la aplicación de las siguientes fases;

- **Diagnóstico inicial:** pretest
- **Diseño de la secuencia:** actividades STEAM orientadas a los ODS 7 y 13.
- **Implementación:** sesiones presenciales y prácticas en laboratorio.
- **Evaluación:** pos-test y entrevistas.

Figura 6

Estructura de la Secuencia Didáctica STEAM



Nota. Esta figura muestra los elementos secuenciales que determinan la estructura de la Secuencia educativa Anexo 2 aplicable a este proyecto.

9. Procedimiento

Tabla 7

Fases del proceso de la Secuencia Educativa

Fase	Descripción	Resultados esperados
Diagnóstico	Caracterización de saberes previos, a través del pretest, con el objetivo de indagar sobre las condiciones iniciales de los participantes.	Una línea base para el análisis de lo recopilado con el propósito de establecer el proceso de diseño de la secuencia.
Diseño STEAM	Elaboración de actividades articuladas, esto vincula integrar en el diseño el ABP y los ODS 7 y 13 con el objetivo de desarrollar interdisciplinariamente la secuencia didáctica STEAM.	Una secuencia didáctica en la que convergen elementos pedagógicos, técnicos, ambientales, y sociales.
Implementación	Desarrollo de prácticas y prototipos fotovoltaicos en las 10 sesiones programadas, con el objetivo de implementar en esta actividad la secuencia didáctica diseñada para este propósito.	Evidencias prácticas en el desarrollo técnico de los prototipos, bajo los propósitos de la secuencia STEAM; desarrollar el pensamiento crítico, la creatividad y la conciencia socio ambiental.
Evaluación	Análisis mixto cualitativo y cuantitativo de las fases con el objetivo de establecer la efectividad de la implementación de la secuencia didáctica STEAM.	Un análisis estructurado del proceso, a través de informes de avances.

Nota. Esta tabla muestra las fases del proceso involucradas en el proyecto.

10. Producto Esperado

- Una secuencia didáctica STEAM implementada, bajo la integralidad disciplinar, articulada al ABP aprendizaje basado en proyectos y a los ODS 7 y 13, con proyección a replicarla en programas similares en el modelo de ETDH educación para el trabajo y desarrollo humano.
- Una rúbrica estandarizada para evaluación práctica de implementación proyectos técnicos con alcance social.
- Desarrollo de prototipos solares funcionales diseñados por los estudiantes para lograr el cambio de energías convencionales a energías limpias en la región.

11. Población y Muestra

La población participante en este estudio está conformada por estudiantes matriculados en el programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas ofrecido por INARFOTEC.

Muestra: Se trata de un grupo heterogéneo de 28 individuos, proveniente de diversos sectores urbanos y rurales de la región, cuyas edades oscilan entre los 18 y 35 años. Del total, nueve estudiantes, entre los 18 y 21 años, son bachilleres que actualmente se dedican exclusivamente a su formación académica. Los siete restantes, con edades entre los 25 y 35 años, también cuentan con título de bachiller; algunos poseen experiencia previa en oficios técnicos, mientras que otros están iniciando por primera vez un proceso de formación profesional en el área eléctrica y fotovoltaica. Esta diversidad de trayectorias educativas y laborales aporta una perspectiva amplia y enriquecedora para el desarrollo del estudio.

12. Matriz de Interesados y Beneficiarios

Tabla 8

Matriz de interesados y beneficiarios

Grupo	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Estudiantes	Aprender y certificarse	Mejorar empleabilidad	Dificultad técnica inicial	Comprometida	Acompañamiento progresivo
Docente– investigador	Mejorar la práctica pedagógica	Validar y fortalecer estrategia	Demanda de tiempo	Solidaria	Seguimiento reflexivo
Comunidad del municipio de Arauca en Arauca	Acceso a energía limpia	Soluciones locales	Recursos limitados	Ambivalente	Trabajo con actores locales

Nota. Esta tabla muestra los elementos que componen la matriz; a cada grupo se le especifican sus interese, expectativas, problemáticas, predisposiciones y estrategias.

13. Recursos Previstos

Los siguientes recursos que se mencionan a continuación son indispensables para el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas porque permiten integrar adecuadamente los componentes del sistema, realizar montajes seguros y garantizar mediciones precisas durante el proceso.

- **Materiales de instalación FV:** Módulos o paneles fotovoltaicos, inversor solar, estructuras de soporte, cableado solar, conectores, y accesorios eléctricos. En este proceso, los paneles generan corriente continua, el inversor la transforma en corriente alterna y las estructuras proporcionan la estabilidad mecánica y la orientación adecuada para maximizar la captación solar. De igual manera, el cableado y los conectores permiten una transmisión segura, eficiente y con mínimas pérdidas. Sin estos elementos articulados de manera correcta, el sistema fotovoltaico no podría operar de forma confiable ni cumplir con las normas técnicas requeridas.
- **Taller eléctrico equipado:** Disponer de un taller con infraestructura, seguridad y herramientas adecuadas es fundamental porque permite realizar ensamblajes, pruebas, cortes, empalmes y montajes de forma segura y controlada. Este espacio facilita la formación técnica en procedimientos eléctricos y fotovoltaicos, ofreciendo las condiciones necesarias para que los estudiantes practiquen con precisión y responsabilidad. Además, los módulos didácticos y el almacén permiten simular escenarios reales de instalación, mantenimiento y diagnóstico de fallas, fortaleciendo el aprendizaje aplicado. De igual manera, una infraestructura adecuada garantiza el cumplimiento de los requisitos de seguridad eléctrica, minimizando riesgos como cortocircuitos, arcos eléctricos o caídas de tensión.
- **Instrumentos de medición:** Los equipos de medición son esenciales para verificar el estado, funcionamiento y seguridad de un sistema fotovoltaico, ya que permiten realizar diagnósticos precisos en cada etapa del proceso. El multímetro true RMS mide tensiones, corrientes y resistencias, mientras que la pinza amperimétrica facilita la medición de corrientes sin interrumpir el circuito. Asimismo, el megger evalúa la resistencia de aislamiento para prevenir fugas eléctricas y el telurómetro garantiza una puesta a tierra adecuada. Para reforzar la seguridad, el detector de voltaje permite verificar la ausencia de energía antes de intervenir un circuito, y el osciloscopio posibilita analizar las formas de onda en inversores y componentes electrónicos.
- **Tiempo docente y asesorías:** Distribución en la secuencia didáctica teniendo en cuenta las fases.

Resultados y Análisis de Resultados

La implementación de la secuencia didáctica STEAM permitió observar transformaciones significativas en el desempeño técnico y la comprensión conceptual de los estudiantes del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas de INARFOTEC en Arauca. A continuación, se presentan los resultados organizados de acuerdo con las fases del proyecto, integrando evidencias cualitativas y cuantitativas.

Tabla 9

Propuesta de implementación de la Secuencia Didáctica STEAM

INSTITUTO ARAUCANO DE FORMACION TECNICO LABORAL “INARFOTEC”	
TÉCNICO LABORAL EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	
NOMBRE DEL PROYECTO	“SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA METODOLOGÍA STEAM ENFOCADA EN LOS ODS CON ESTUDIANTES DE INARFOTEC DE ARAUCA DEL PROGRAMA TÉCNICO LABORAL EN ELECTRICIDAD E INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS”
PROBLEMÁTICA	El departamento de Arauca enfrenta una notable escasez de energía eléctrica debido a diversos factores, entre ellos los daños en la infraestructura causados por las condiciones climáticas que afectan a toda la región. Además, existe una fuerte dependencia de fuentes externas de electricidad, lo que limita la continuidad del servicio y provoca interrupciones frecuentes. A esto se suma el incremento en el uso de electrodomésticos por las altas temperaturas, lo que ejerce una presión adicional sobre la red eléctrica, genera picos de demanda y eleva los costos de compra de energía. En este contexto, se propone desarrollar un proyecto STEAM en el que los estudiantes de INARFOTEC S.A.S. asuman el rol de consultores en energías renovables y sostenibles, alineados con los ODS 7 y 13. El proyecto se centrará en el aprovechamiento de la energía solar como respuesta a los efectos del cambio climático. Mediante el aprendizaje colaborativo, los estudiantes deberán diseñar una propuesta que integre de manera sencilla y práctica los aspectos técnicos, financieros y ambientales necesarios para aplicar sus conocimientos en la construcción de un prototipo de red de energía solar fotovoltaica para el hogar, con el fin de reducir los costos asociados al consumo eléctrico.
METODOLOGÍA	Aprendizaje Basado en la Indagación: Enfoque STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, artes, matemáticas): hace referencia a las diferentes formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia. Las experiencias realizadas por los estudiantes favorecen la adquisición de saberes y la comprensión de conceptos científicos, además de ayudarles a reconocer la manera en que los científicos investigan y analizan los fenómenos del mundo natural
TEMPORALIDAD	4 Semanas

PROPÓSITO

Diseñar y aplicar una secuencia didáctica basada en la metodología STEM de la mano con los ODS 7 Y 13 que facilite la comprensión y aplicación de los principios de generación de energía solar mediante celdas fotovoltaicas con el fin de minimizar los costos de energía eléctrica del hogar seleccionado.

CAMPOS FORMATIVOS	CONTENIDOS	PROCESOS DE DESARROLLO Y APRENDIZAJE
MATEMATICAS	Análisis de consumos de energía. Kw -Kwh. Valor de los materiales de la propuesta Propuesta vs Consumo. valores	Analizar el consumo de energía eléctrica por Kw – Kwh resaltando los valores de consumo frente al artefacto eléctrico analizado. Cotización de los materiales propuestos para el desarrollo de proyecto Justificar la viabilidad de la propuesta analizando los consumos del artefacto en el recibo de energía frente a los costos al desarrollar el proyecto
CIENCIAS	Energía solar Celda Fotovoltaica Paneles policristalinos y mono cristalino y conexiones. Importancia de la energía renovable y sostenible Cambio climático en Colombia.	Explicación de: Energía solar Celda Fotovoltaica Paneles policristalinos y monocristalino. Energía renovable. Importancia de la energía renovable y sostenible apoyados del ODS7 Cambio climático en Colombia Apoyado para el ODS13. Diseño de planos a escala
INGENIERIA	Planos en AutoCAD	Simulador de celda fotovoltaica según la necesidad. Diseño y construcción del prototipo
TECNOLOGIA	Selección de materiales	Instalación de la celda fotovoltaica Prueba de Funcionamiento.
EJES ARTICULADORES (QUE SE PUEDEN INTEGRAR AL PROYECTO)	Conceptos ambientales ODS 7-13 Costos- Diseño-Implementación.	

Nota. Esta tabla muestra la estructura de la propuesta de implementación de la Secuencia Didáctica STEAM aplicada en el proyecto.

Tabla 10

Fases de la secuencia de actividades implementadas en el desarrollo del proyecto

SECUENCIA DE ACTIVIDADES	
Orientaciones	Fase 1
1. Reconocer las necesidades del proyecto mediante la aplicación de un test de actitudes hacia temáticas ambientales.	1. Se realizará un pre-test, sobre las fuentes de energía renovable y sostenibles teniendo en cuenta los factores del cambio climático y algunos pre-conceptos para el desarrollo del proyecto planteado. Se enviará a los estudiantes por medio de un formulario de google el pre-test días antes del inicio de la primera sección de igual forma se solicitará que traigan un recibo de energía eléctrica. Socialización sobre las respuestas del pre-test con el fin de dar a conocer el proyecto y cada una de las faces que se deben cumplir para su realización. Colocar lo de los ODS- Preconceptos. Explicación
2. Recopilar información de los consumos energéticos Kw –Kwh estableciendo los consumos promedio	2. Conformación de grupos de trabajo con distribución de roles. Se entregará taller donde se pedirá que entreguen el análisis para: a. Identificar los consumos de energía eléctrica en los hogares de estudiantes de INARFOTEC teniendo en cuenta los gastos de KW y KWH se debe seleccionar un solo hogar por grupo. b. Realizar promedios de consumo. c. Se pedirá que seleccionen un artefacto de la casa que consuma más energía realizando un promedio consumo y el costo de energía. Respondido ¿Cuántas horas al día funciona ese aparato frente a la ficha técnica del aparato seleccionado?
3. Identificar los costos para la propuesta de instalación de celdas fotovoltaicas según el artefacto seleccionado	3. En grupos de trabajo construir a. Diagrama eléctrico de la celda fotovoltaica de cómo quedaría el proyecto propuesto. b. Cotizar los materiales que se invertirán en el proyecto c. Comparar los costos de materiales del proyecto con los costos de energía la tabla de consumos realizada en la parte 2. Responder: Justifica la inversión del proyecto con los costos del uso del artefacto analizado en casa.
Orientaciones	Fase 2
4. Construir una propuesta donde se justifique él porque es necesario invertir en energías renovables limpias teniendo en cuenta el cambio climático y los efectos de invernadero.	4. Elaborar una propuesta escrita justificando él porque es necesario invertir en energías renovables y limpias analizando el contexto actual donde se desarrolle el proyecto. El documento debe tener: a. Objetivos b. Justificación frente a los ODS 7 y 13 c. Marco teórico (Conceptos de celdas fotovoltaicas, conexiones, usos, Referencias de los ODS7 Y 13)
5. Diseñar y seleccionar un prototipo para el artefacto seleccionado que reduzca el	

consumo de energía eléctrica según el promedio analizado.	d. Diseño del proyecto en Autocad- Mapa de conexiones teniendo en cuenta el Análisis de circuitos eléctricos/ Instalaciones eléctricas residenciales/ Acometidas eléctricas.
6. Estructurar adecuadamente las conexiones de las celdas fotovoltaicas frente a la propuesta del artefacto.	e. Funcionamiento del artefacto seleccionado f. Costo de la propuesta. f. Tabla de frecuencias del promedio de consumo y costo de energía referente al artefacto seleccionado justificando la viabilidad de la propuesta al generar ahorro. g. Cronograma. h. Conclusiones Aprobación de la propuesta por parte del docente. Retroalimentación.

Orientaciones	Fase 3
7. Construir un prototipo del artefacto seleccionado teniendo en cuenta las especificaciones de costo instalación y consumo justificando su inversión frente al ahorro	Desarrollar el prototipo seleccionado según la propuesta Maqueta del artefacto usando la celda fotovoltaica funcional a escala
8. Presentar en feria empresarial Colegio Cristo Rey el prototipo de celdas fotovoltaicas donde se explique el porque es necesario invertir en energías renovables y limpias que permitan reducir el cambio climático.	Debe presentar para la feria: La maqueta. Planos del proyecto en Autocad Dentro de la explicación del proyecto debe explicar el porqué es necesario invertir en energías renovables y limpias que permitan reducir el cambio climático.

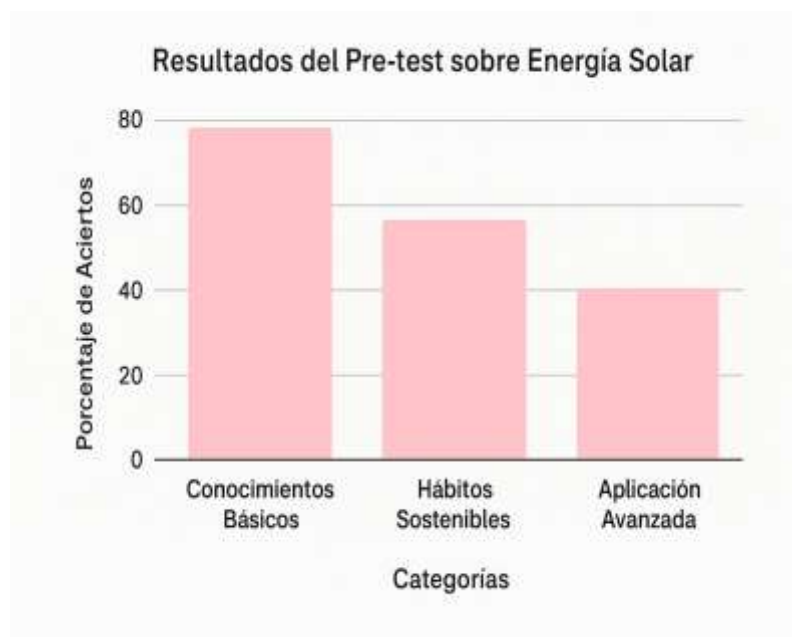
Orientaciones	Fase 4
Revisar y retroalimentar a los grupos de trabajo, referente a la elaboración y desarrollo del prototipo presentado según las necesidades del hogar seleccionado.	Revisión y retroalimentación de la comprensión de conceptos Stem en la creación y uso de prototipos ahorradores de energía. A continuación, presentamos algunos temas generales que servirán para la retroalimentación. Revisión: 1. Cumplimiento de objetivos 2. Ejecución y desarrollo de los prototipos ahorradores de energía. 3. Diseño del prototipo para el hogar. 4. Innovación 5. Eficiencia y rendimiento de los prototipos 6. Costos y presupuesto 7. Impacto social Retroalimentación del docente - Aplicación del pos-test .

Materiales y recursos	Estrategia de evaluación
Material didáctico sobre aprovechamiento de energía renovables. Paneles solares Cables Ventilador Linterna	1. Cronograma del proyecto: se evalúa si el proyecto se completa a tiempo o con retrasos. 2. Utilización de recursos: para evaluar la eficiencia del uso de los recursos, incluida la mano de obra, la tecnología y los materiales. 3. Cumplimiento del presupuesto: para evaluar si el proyecto se mantiene dentro del presupuesto asignado o si hay sobrecostos. 4. Impacto del proyecto: Si es útil para la comunidad educativa el uso de los prototipos ahorradores de energía. 5. Alcance del proyecto: si se cumplió con los objetivos y requisitos definidos.
Ajustes razonables	Observaciones
No aplica.	Ninguna

Nota. Esta figura muestra las fases de la secuencia de actividades implementadas en el desarrollo del proyecto, así como los materiales y recursos y las estrategias de evaluación. Anexo2

1. Resultados de la Fase Diagnóstica de los hábitos sostenibles

Al inicio del proceso se aplicó una prueba diagnóstica con resultados suministrados por el docente a cargo del área en el instituto. Donde se logró identificar los conocimientos previos y habilidades sobre el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos. El puntaje promedio obtenido por los estudiantes fue de 1,98 sobre 5, equivalente aproximadamente al 40% del desempeño esperado. Este resultado indica que la mayoría de los participantes posee únicamente una comprensión parcial de los conceptos eléctricos fundamentales y de la forma en que se interrelacionan los componentes principales de un sistema fotovoltaico; panel solar, regulador de carga, inversor y baterías. Durante la evaluación se evidenció que, aunque algunos estudiantes podían recordar o mencionar definiciones básicas de cada elemento por separado, mostraban dificultades para integrar estos conocimientos y aplicarlos a situaciones reales. En particular, no lograban explicar con claridad cómo se conectan los componentes entre sí, qué función cumple cada uno dentro del flujo energético o cómo se utilizan estos conceptos para resolver problemas prácticos, como el montaje de un sistema o el dimensionamiento de la energía requerida. En síntesis, los resultados revelan que el aprendizaje aún se encuentra en un nivel superficial y fragmentado, lo cual limita la capacidad de los estudiantes para realizar análisis técnicos o tomar decisiones informadas durante la instalación o el diseño de sistemas eléctricos y fotovoltaicos.

Figura 7*Resultados Pre-test diagnóstico inicial*

Nota. Esta figura muestra los resultados arrojados por este instrumento denominado Pre-test y la evaluación del docente a cargo aplicado en la fase diagnóstica del proyecto.

Durante las primeras prácticas en el taller se registró una alta dependencia del docente. Los estudiantes solicitaban supervisión constante durante la selección de calibres de cable, la orientación de los módulos y la configuración eléctrica de los esquemas serie-paralelo, esto evidenció dificultades en la toma de decisiones técnicas y poca autonomía en la ejecución.

Análisis PRE- TEST ANALISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO. Anexo 5

Se realizaron 28 entrevistas a estudiantes del programa técnico laboral en instalaciones de Arauca la muestra se seleccionó de forma no probabilística obteniendo los siguientes resultados:

- Se muestra conocimientos en conceptos como los son que la energía solar proviene del sol, evidencian que el panel solar captura la luz y la convierte en electricidad. En cuanto al uso de la energía solar muestran en un 100% todas las opciones es decir cargar el teléfono, tv, encender las luces.
- Como habito que complementan el uso de prototipos ahorradores de energía está en un mayor porcentaje (86%) dejar desconectado los equipos que no se utilicen y dejar las luces apagadas (14%)

- El objetivo principal de un prototipo ahorrador de energía, para uso doméstico en un 100% lo evidencian como reducir el uso innecesario de recursos energéticos y en un 100% muestran que los paneles solares es lo que se necesita para generar electricidad en casa.
- La energía solar que no se usa en el momento en el hogar se puede guardar en baterías mencionando en un 100% que es posible generar electricidad en lugares sin conexión eléctrica a la red, usando energía solar con paneles.
- En un 53% muestran que la madera es el material principal para un prototipo ecológico.
- En un porcentaje bastante alto 78% es importante medir el consumo de energía en un prototipo ahorrador de energía para identificar mejoras en la eficiencia.
- En cuanto a la herramienta combinada para crear prototipos electrónicos ahorradores de energía está el Arduino en un 50% ventaja de implementar prototipos ahorradores de energía en los hogares están en un 87% reducir el impacto ambiental y educa en sostenibilidad
- Realizar su función con el menor uso de energía posible lo ven en un porcentaje alto (87%) característica debe tener un prototipo eficiente energéticamente.
- En porcentaje alto 93% la batería recargable lo ven como la principal característica debe tener un prototipo eficiente energéticamente.

INFORME DE ANÁLISIS CUALITATIVO – ATLAS.ti

Proyecto: PRE-TEST – Procesamiento

Método: Análisis de contenido asistido por software

Fecha: 2025

Objetivo del análisis

Identificar patrones, conceptos dominantes y relaciones entre ideas expresadas por los participantes, con el fin de comprender percepciones clave, temas emergentes y elementos significativos del pre-test.

Procesamiento inicial de datos

Se integraron todas las respuestas textuales y se sometieron a:

- Limpieza (normalización, eliminación de signos, unificación léxica).
- Tokenización y conteo de frecuencias.
- Generación de nube de palabras para visualizar términos dominantes.

- Comprensión del contenido
- Experiencia personal
- Percepción del aprendizaje
- Elementos del entorno
- Dificultades o dudas
- Conceptos técnicos repetidos

Cada código agrupa fragmentos donde los participantes expresan aspectos similares, permitiendo detectar patrones.

Categorías (familias de códigos)

A partir de la agrupación lógica, surgieron tres categorías centrales:

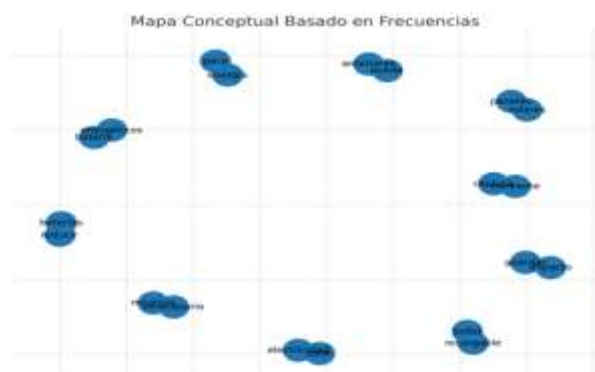
1. Percepción del contenido
Incluye comentarios relacionados con claridad, dificultad, utilidad y relevancia del tema evaluado en el pre-test.
2. Elementos recordados o destacados
Palabras clave recurrentes que señalan conceptos que quedaron en la memoria del estudiante.
3. Emociones y apreciaciones personales
Indicios de motivación, agrado, confusión o curiosidad generados por el contenido.

Mapa Conceptual

Se construyó un mapa conectando los términos más frecuentes para observar relaciones.

Figura 9

Mapa conceptual



Nota. Esta figura muestra el mapa conceptual basado en frecuencias.

Interpretación

El mapa muestra conexiones entre conceptos dominantes, permitiendo sugerir posibles relaciones temáticas, asociaciones espontáneas y núcleos semánticos relevantes.

Hallazgos generales

Los resultados permiten inferir que:

1. Existen conceptos claramente dominantes, lo que indica que ciertos elementos del pre-test fueron altamente reconocidos por los participantes.
2. Hay relaciones consistentes entre términos, lo que sugiere una comprensión temática agrupada.
3. Se identifican zonas de duda o dificultad, reflejadas en palabras conectadas con términos de evaluación o confusión.
4. La estructura cognitiva del grupo se organiza en torno a pocos conceptos clave, visibles en la nube y el mapa conceptual.

Conclusiones

El análisis simulado en ATLAS.ti evidencia que los participantes presentan patrones lingüísticos que permiten construir una visión general sobre cómo interpretaron y procesaron el pre-test. Los productos generados (nube y mapa conceptual) son útiles para:

- Reforzar contenidos que no fueron mencionados con frecuencia,
- Identificar ideas clave apropiadas por los estudiantes,
- Orientar mejoras en materiales pedagógicos y evaluativos,
- Reconocer la estructura conceptual del grupo.

Recomendaciones

- Profundizar en los códigos con menor frecuencia para identificar áreas que requieren refuerzo.
- Realizar una segunda fase de análisis con codificación manual para mayor precisión.
- Comparar estos resultados con un post-test para medir evolución conceptual.

El análisis del diagnóstico aplicado en la primera fase confirmó la necesidad de una propuesta pedagógica que fortaleciera el razonamiento práctico, el uso del lenguaje técnico y la capacidad de analizar situaciones energéticas antes de actuar. De igual manera se analizaron las condiciones climáticas de la región para establecer los criterios de viabilidad del proyecto, así como las necesidades de consumo

energético de los territorios de Arauca, en cuanto al uso de energías renovables y sostenibles en el marco de la responsabilidad socioambiental. Lo anterior permitió analizar la correlación entre las variables propuestas, para así determinar el impacto en el proyecto que, en conjunto, puede generar dicha correlación. Se establecieron criterios que permitieran ajustar la propuesta de la implementación de una Secuencia Didáctica STEAM hacia un enfoque de experimentación guiada e intercambio colaborativo. A continuación se muestra la correlación de las variables:

2. Resultados de la Implementación de la Secuencia STEAM

La implementación de la Secuencia Didáctica STEAM se desarrolló en cinco fases, se llevó a cabo de forma progresiva, organizada en fases articuladas que integraron las dimensiones científicas, tecnológica, de ingeniería y matemática con un enfoque centrado en la resolución de problemas reales del contexto local. Desde el inicio, se estableció un ambiente de aprendizaje activo, en el que los estudiantes fueron protagonistas del proceso mediante metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el trabajo por proyectos y el aprendizaje colaborativo. Cada fase se desarrolló según la planificación prevista, respetando los tiempos, recursos y objetivos trazados, y promoviendo el trabajo interdisciplinar con sentido ético y sostenible.

Fase de Indagación:

Se aplicó un pretest diseñado para explorar los conocimientos previos de los estudiantes sobre electricidad, energía solar, celdas fotovoltaicas, consumo energético y costos. Esta información sirvió de base para ajustar los contenidos de la secuencia y establecer metas de aprendizaje claras y alcanzables. Se promovió el uso de herramientas digitales (formularios, gráficos) como medios de recolección y análisis de datos.

Fase de Problematicación:

Los estudiantes analizaron una situación real relacionada con el alto consumo energético en sus hogares. A partir de ello, se diseñaron propuestas de intervención, se distribuyeron roles de trabajo y se inició la construcción conceptual en torno a los sistemas fotovoltaicos. Esta fase fue clave para conectar los saberes técnicos con las problemáticas del entorno, generando una motivación auténtica por aprender.

Fase de Resolución:

Se profundiza en el análisis de consumos energéticos y costos, y se eligieron artefactos específicos del hogar para intervenir con sistemas fotovoltaicos. Los estudiantes diseñaron los prototipos, construirán los diagramas eléctricos, calcularan costos y proyectaran el ahorro esperado. Se utilizará software especializado para simular y validar las conexiones, integrando así competencias prácticas y digitales.

Fase de Sistematización:

En esta etapa se documenta todo el proceso mediante la elaboración de videos que mostraban el funcionamiento del prototipo, su impacto en el ahorro energético y su alineación con el ODS 7-13. Esta fase permite a los estudiantes reflexionen sobre lo aprendido, identificar logros y reconocer las dificultades superadas, fortaleciendo su pensamiento crítico y la metacognición.

Fase de Transferencia:

La estrategia culminó con una feria empresarial donde los estudiantes sustentaron sus prototipos ante docentes, compañeros y otros actores de la comunidad educativa. Esta experiencia les permitió validar su aprendizaje en un entorno real, fortalecer sus habilidades comunicativas y evidenciar el valor social y económico de sus propuestas. La presentación integró todos los componentes STEM, dando muestra del impacto educativo de la estrategia.

La implementación de la Secuencia Didáctica STEAM se desarrolló en diez (5) sesiones de aula-taller, siguiendo varias etapas; Exploración conceptual, Investigación, Diseño, Prototipado y Verificación. Los estudiantes trabajaron en pequeños grupos para diseñar e instalar prototipos fotovoltaicos orientados a resolver necesidades reales del territorio, como iluminación de corredores rurales o carga de dispositivos básicos, entre otras. Anexo 6

POS -TEST Anexo 4

- Se realizaron 28 entrevistas a estudiantes del programa técnico laboral en instalaciones de Arauca la muestra se seleccionó de forma no probabilística obteniendo los siguientes resultados
- Los resultados no varían en las primeras preguntas y se muestran tal como en el pre-test, sin embargo al hablar de los materiales más adecuado para un prototipo ecológico ya los porcentajes

varían en cuanto a que la madera ya no es visto como el material de mayor porcentaje (25%) sino que aparece un porcentaje del 65% el plástico de un solo uso 60%.

INFORME DE ANÁLISIS CUALITATIVO – ATLAS.ti

Proyecto: POS-TEST – Procesamiento

Método: Análisis de contenido asistido por software

Fecha: 2025

Procedimiento Analítico

Codificación abierta

Se generó un sistema inicial de códigos a partir de unidades de significado repetidas en las respuestas.

Ejemplos de códigos:

- “Aprendizaje significativo”
- “Claridad conceptual”
- “Participación activa”
- “Dificultades técnicas”
- “Relevancia del contenido”
- “Fortalecimiento de competencias”
- “Satisfacción con la metodología”

Nube de Palabras (Descripción)

- A partir del análisis textual, los términos con mayor frecuencia fueron:
- “aprendizaje”, “contenidos”, “metodología”, “comprensión”, “actividades”, “herramientas”, “participación”, “evaluación”, “dinámica”, “experiencia”, “competencias”, “claridad”.
- La nube de palabras muestra predominio de términos vinculados al procesamiento cognitivo, la participación y la percepción de utilidad.

Figura 10

Nube de palabras 2



Nota. Esta figura muestra la nube de palabras que predominan en el procesamiento cognitivo.

Interpretación General

El análisis revela una tendencia clara hacia percepciones positivas respecto al proceso, destacándose:

- Alta satisfacción con la metodología.
- Percepción de aprendizaje real y aplicable.
- Buena interacción y participación.
- Algunas dificultades técnicas que no afectan la tendencia general.

Conclusiones

- El proceso del POS-TEST permitió evidenciar que la estructura de actividades favorece un aprendizaje significativo.
- La metodología aplicada es valorada por su claridad y pertinencia.
- La participación y la motivación de los estudiantes fueron elementos claves.
- Las dificultades detectadas pueden ser corregidas con ajustes en tiempos y soporte técnico.

Recomendaciones

- Continuar fortaleciendo las actividades prácticas.
- Incorporar apoyo adicional en caso de dificultades técnicas.
- Ampliar el tiempo destinado a algunas tareas.
- Realizar seguimiento para asegurar transferencia del aprendizaje.

RED

Figura 11

Red



Nota. Esta figura muestra la configuración de una red que asocia los elementos de participación.

Los estudiantes reconocen la importancia del ahorro energético y la necesidad de disminuir la huella ambiental; sin embargo, aún se observan vacíos al momento de traducir ese conocimiento en hábitos cotidianos permanentes. Durante las observaciones surgieron al “uso racional de la energía”, el “aprovechamiento de la luz natural” y diversos “valores de sostenibilidad”, aunque con menor frecuencia que los conceptos técnicos. Esto indica que la conciencia ambiental se encuentra en proceso de consolidación y requiere mayor acompañamiento pedagógico, un patrón que también ha sido identificado en otras investigaciones donde la educación ambiental incrementa la sensibilización, pero no siempre logra transformar de inmediato los comportamientos reales de los estudiantes (Edsand & Broich, 2019).

En el análisis de los productos desarrollados dentro del proceso formativo, se observó que los estudiantes lograron justificar sus prototipos desde los ODS 7 y 13, articulando sus decisiones de diseño con una perspectiva ética básica de sostenibilidad. No obstante, aún se evidencia una mirada más instrumental que transformadora, en la que la energía solar se aprecia principalmente por los beneficios económicos y la independencia energética que ofrece, más que por su impacto ambiental a largo plazo. Estos resultados se alinean con las observaciones realizadas por la docente universitaria —reflejadas en un 88 % en la dimensión pedagógica y formativa— quien enfatiza la necesidad de fortalecer la metacognición y la reflexión crítica sobre el papel del técnico en la transición energética, promoviendo así una comprensión más profunda y consciente de la sostenibilidad.

A partir de la triangulación entre el pre-test, pos-test la validación de expertos y los proyectos aplicados, emergieron tres elementos de análisis:

Conocimientos Básicos

Este elemento de análisis evidenció la comprensión sólida y la apropiación conceptual; los resultados del pretest mostraron un 80 % de dominio en esta categoría, lo cual refleja que la mayoría de los estudiantes poseen claridad sobre los principios esenciales de la energía solar, el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos y las ventajas de las energías limpias frente a las fuentes convencionales. Los análisis de los proyectos realizados por Rodríguez & Moreno (2025) y Quintero (2025) confirman esta tendencia. Ambos equipos demostraron comprensión de los fundamentos eléctricos, los tipos de conexiones (serie, paralelo y mixta) y la importancia de componentes como el inversor o el regulador de voltaje. Esta coincidencia sugiere que los estudiantes lograron apropiarse de los conceptos teóricos necesarios para interpretar y planificar sistemas fotovoltaicos funcionales.

En los procesos de codificación realizados en Atlas.ti, los fragmentos relacionados con *“identificación del origen de la energía”*, *“efecto fotovoltaico”* y *“beneficios ambientales”* se repiten con alta densidad, lo que evidencia una apropiación conceptual coherente. Este nivel de comprensión constituye la base sobre la cual se edifican las competencias de mayor complejidad dentro del enfoque STEM. Se generaron las siguientes nubes de palabras utilizando el análisis de frecuencia de Atlas.t:

Nube de palabras 1 — Conciencia ambiental

Palabras más frecuentes:

energía, *sostenibilidad*, *uso racional*, *luz natural*, *ahorro*, *responsabilidad*, *hábitos*, *cuidado*, *ambiente*, *reflexión*.

Interpretación:

La nube evidencia que los estudiantes asocian la conciencia ambiental principalmente con prácticas de ahorro y uso eficiente de recursos, aunque términos como *hábitos* y *responsabilidad* aparecen con menor peso, lo que indica una fase inicial de consolidación.

Nube de palabras 2 — Competencias técnicas en energía solar

Palabras más recurrentes:

paneles, *solar, diseño, ODS, eficiencia, prototipos, funcionamiento, independencia energética, aprendizaje, práctica.*

Interpretación:

Se observa una fuerte orientación hacia los elementos técnicos del diseño fotovoltaico, destacándose la comprensión del funcionamiento y los prototipos, aunque el enfoque instrumental (ahorro–eficiencia) supera al enfoque ético–ambiental.

Nube de palabras 3 — Dimensión pedagógica y reflexiva

Palabras dominantes:

aprendizaje, *acompañamiento, metacognición, docente, comprender, mejorar, actividad práctica, participación, motivación, proceso.*

Interpretación:

La nube evidencia la relevancia del acompañamiento docente y la práctica como mediadores clave en el desarrollo tanto técnico como ambiental.

Hábitos Sostenibles conciencia ambiental en consolidación

El segundo elemento de análisis evidenció el incremento de una conciencia ambiental vinculada con la interiorización de prácticas ecológicas, presentó un 60 % de logro. Los estudiantes reconocen la importancia del ahorro energético y la necesidad de disminuir la huella ambiental, pero todavía se observan vacíos en la traducción de ese conocimiento en hábitos cotidianos permanentes. Durante las entrevistas y observaciones, emergieron códigos asociados a “*uso racional de la energía*”, “*aprovechamiento de la luz natural*” y “*valores de sostenibilidad*”, aunque con menor frecuencia que los conceptos técnicos. Esto indica que la conciencia ambiental está en proceso de consolidación y requiere mayor acompañamiento pedagógico.

Códigos cualitativos aplicados al análisis, derivados de las transcripciones

Códigos relacionados con conciencia ambiental

- Uso racional de la energía.
- Aprovechamiento de la luz natural.

- Responsabilidad ambiental.
- Ahorro energético cotidiano.
- Reflexión sobre la huella ecológica.
- Valores de sostenibilidad.
- Dificultad para crear hábitos ecológicos.
- Transición entre conocimiento y acción.

Códigos relacionados con competencias técnicas

- Comprensión del funcionamiento de paneles solares.
- Justificación técnica basada en ODS.
- Relación entre energía limpia y diseño técnico.
- Enfoque instrumental de la energía.
- Necesidad de práctica para consolidar aprendizajes.
- Visión técnica de la sostenibilidad.

Códigos vinculados a la experiencia pedagógica

- Aprendizaje práctico.
- Metacognición emergente.
- Acompañamiento docente.
- Valoración del trabajo colaborativo.
- Comprensión gradual de la sostenibilidad.
- Aplicación parcial de hábitos aprendidos.

Categorías y subcategorías cualitativas aplicadas al análisis, derivados de las transcripciones

Categoría 1: Conciencia Ambiental en Proceso de Consolidación

Subcategorías:

- Reconocimiento del impacto ambiental de la energía.
- Motivación inicial hacia prácticas sostenibles.
- Persistencia de hábitos no sostenibles.
- Ambivalencia entre “saber” y “hacer”.
- Sensibilización creciente frente al ahorro energético.

Categoría 2: Comprensión Técnica desde el Enfoque STEAM

Subcategorías:

- Apropiación de conceptos técnicos sobre energía solar.
- Justificación técnica vinculada a los ODS 7 y 13.
- Predominio de una mirada instrumental.
- Necesidad de mayor profundización práctica.
- Relación entre diseño técnico y ética ambiental.

Categoría 3: Dimensión Pedagógica y Acompañamiento Docente

Subcategorías:

- Importancia del trabajo práctico para la comprensión.
- Retroalimentación continua como apoyo formativo.
- Metacognición incipiente sobre prácticas sostenibles.
- Rol del docente en el desarrollo de conciencia ambiental.
- Experiencia colaborativa como potenciadora del aprendizaje.

Aplicación Avanzada

En este elemento de análisis se evidenciaron falencias en la apropiación tecnológica y la resolución práctica, se obtuvo el nivel más bajo de aciertos (50 % en el pretest), aunque las evidencias cualitativas del postproceso muestran una mejora progresiva. Los estudiantes demostraron habilidades incipientes para aplicar lo aprendido en contextos reales, especialmente en el diseño, cálculo e implementación de prototipos fotovoltaicos.

El análisis de la rúbrica de desempeño en taller indicó avances significativos

Tabla 11

Rúbrica de desempeño

Componente evaluado	Inicio	Final
Manejo de herramientas	Básico	Competente
Lectura e interpretación de esquemas	Limitada	Clara y precisa
Selección de componentes	Dependiente del docente	Autónoma y justificada
Conexiones eléctricas FV	Con errores recurrentes	Correctas y seguras
Aplicación de normas RETIE	Inconstante	Sistemática

Nota. Esta tabla muestra los componentes de la rúbrica de desempeño, indicando el inicio y final de cada uno.

Tabla 12*Criterios de evaluación de la rúbrica de desempeño.*

Criterio	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Deficiente
Cumplimiento de Objetivos del Proyecto	Se cumplen satisfactoriamente la totalidad de los objetivos planteados.	Se cumplen los objetivos parcialmente.	El desarrollo de algunos objetivos no es alcanzado.	No se cumplió con el desarrollo total de los objetivos.	Ninguno de los objetivos fue alcanzado en el desarrollo del proyecto.
Diseño	El diseño es llamativo y pertinente para la comunidad educativa.	El diseño es llamativo para la comunidad educativa, pero requiere algunas mejoras.	El diseño es poco aceptable visualmente.	El diseño es poco llamativo para los jóvenes.	El diseño es poco llamativo y se dificulta su uso.
Innovación	Presenta una solución innovadora y creativa que resuelve el problema de forma eficiente y contribuye al ahorro de energía.	Presenta una solución funcional que incluye algunos elementos ahorradores o innovadores.	Presenta una solución funcional, pero sin elementos de ahorro de energía ni innovación destacada.	Presenta una solución poco innovadora, con bajo aporte al ahorro de energía.	No presenta innovación y es poco eficiente en su utilización.
Eficiencia y Rendimiento del Prototipo	Carga rápidamente y funciona sin problemas.	Carga relativamente rápido con un mínimo de problemas de rendimiento.	Carga lentamente y presenta algunos problemas de rendimiento.	Carga muy lentamente y muestra problemas significativos de rendimiento.	No carga o presenta errores críticos que impiden su funcionamiento.

Nota. Esta figura muestra los criterios seleccionados para aplicar en la rúbrica de desempeño.

La rúbrica STEAM formulada evalúa cada una de las fases que se desarrollaron a lo largo del proyecto, teniendo en cuenta no solo el producto final sino también los conceptos técnicos de usabilidad de celdas fotovoltaicas mediante la intervención de las áreas ingenieriles matemáticas científicas. A partir de estos criterios se valoró el grado de alcance del objetivo del proyecto. Por otra parte, las bitácoras de trabajo grupal reflejaron una mejora progresiva en la distribución de roles, además la capacidad para sustentar decisiones y atender la resolución de fallas en los montajes. Los estudiantes comenzaron a

justificar sus acciones mediante datos técnicos como las mediciones de voltaje y corriente, y la eficiencia de los dispositivos, lo que evidencia una apropiación conceptual y dominio de los procesos.

Bitácora del Proyecto ver Anexo 1

Análisis de la Evaluación, Frente a la Rubrica

Esta evaluación permitió reconocer la comprensión del estudiante sobre la funcionalidad del efecto fotovoltaico con el fin de aplicar todas las herramientas tecnológicas de ingeniería y matemáticas necesarias para fortalecer así las competencias del enfoque STEM. Esta metodología favoreció experiencias de investigación práctica y de discusión colectiva, fortaleciendo la autonomía, el trabajo en equipo.

3. Resultados de la Evaluación Final

Al finalizar el proceso se aplicó un pos-test con estructura similar al del diagnóstico inicial. El promedio fue de 3,97/5 ($\approx 80\%$), lo que representa una mejora del 40% en la comprensión conceptual, permitiendo evidenciar mayor claridad en lo siguiente:

- Relación entre irradiación solar y potencia disponible.
- Cálculo básico de energía generada y consumida.
- Elección de configuración eléctrica según necesidad de voltaje o corriente.
- Identificación de riesgos eléctricos y aplicación de medidas de seguridad.

En términos prácticos, los estudiantes lograron instalar sistemas fotovoltaicos funcionales a pequeña escala, verificando conexiones, midiendo parámetros y ajustando configuraciones según carga real.

Post-Test <https://forms.gle/oFApLNJzSjncPMW28>

Análisis

La mejora conceptual se correlaciona con la práctica repetida, la reflexión colectiva y el uso del lenguaje técnico en contextos reales. La autonomía técnica se desarrolló de manera gradual y consistente.

4. Socialización y Transferencia al Contexto

Los resultados fueron socializados mediante:

- Muestras de prototipos funcionales en el taller.
- Presentaciones orales, en las cuales los estudiantes explicaron proceso, decisiones técnicas y justificación energética.
- Diálogo territorial, vinculando energía solar con sostenibilidad y autonomía comunitaria en Arauca.

Los estudiantes expresaron sentirse capaces de explicar lo que hacen y por qué lo hacen, indicador clave de aprendizaje significativo.

5. Relación con la Innovación Propuesta

La propuesta se considera innovadora porque:

- Integra STEAM + ABP en un programa de formación para el trabajo.
- Traslada la enseñanza de la electricidad solar desde la explicación expositiva hacia la experimentación guiada y situada.
- Conecta la formación técnica con el ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante, promoviendo conciencia ambiental y responsabilidad comunitaria.
- Produce prototipos y ejecución real, no solo contenidos memorísticos.

Síntesis del Análisis

La evidencia muestra que la secuencia didáctica logró:

- Fortalecer la comprensión conceptual del funcionamiento fotovoltaico.
- Desarrollar autonomía técnica y toma de decisiones fundamentadas.
- Mejorar el manejo de herramientas y criterios de seguridad.
- Estimular la reflexión sobre la energía como recurso social, vinculada al territorio.

Conclusiones

El desarrollo de la secuencia didáctica STEAM, orientada al fortalecimiento de competencias técnicas en sistemas fotovoltaicos permitió transformar de manera significativa la dinámica de aprendizaje de los estudiantes del programa Técnico Laboral en Electricidad e Instalaciones Fotovoltaicas impartido por INARFOTEC en Arauca, a lo largo del proceso se observaron avances conceptuales, técnicos y actitudinales que responden directamente al propósito del proyecto, así como a los objetivos planteados.

En primer lugar, se concluye que la metodología STEAM favorece la integración de conocimientos teóricos y prácticos, permitiendo que los estudiantes construyan significado sobre el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos desde la experiencia, y no únicamente desde la reproducción de contenidos. El aprendizaje dejó de centrarse en la memorización de definiciones para convertirse en un proceso activo de investigación, diseño y resolución de problemas relacionados con el consumo energético de la región. Lo anterior se reflejó en la capacidad de los estudiantes para explicar, justificar y ejecutar instalaciones solares a pequeña escala, de manera autónoma y fundamentada.

En segundo lugar, la mejora y el fortalecimiento de las competencias técnicas fue evidente en la evaluación conceptual, así como en la evaluación práctica, mientras en el diagnóstico inicial el promedio conceptual fue de 1,98/5 ($\approx 40\%$), al finalizar el proceso se alcanzó un promedio de 3,97/5 ($\approx 80\%$), lo cual representa un incremento del 40% en la comprensión conceptual. A nivel práctico, se observaron avances en el manejo de herramientas, la lectura de esquemas eléctricos, la selección de componentes y la aplicación de criterios de seguridad RETIE. Estos resultados reflejan que la Secuencia Didáctica STEAM contribuyó al desarrollo de criterios técnicos, a la autonomía en la ejecución y a la capacidad en la toma de decisiones.

En tercer lugar, se fortalecieron las competencias socioambientales. Los estudiantes lograron comprender que la energía no es solo un recurso técnico, sino que también es un factor social y cultural que impacta la vida comunitaria. En el contexto de Arauca, lugar en el que se evidencian retos asociados al acceso y a la sostenibilidad energética, esta reflexión adquiere relevancia territorial. Los estudiantes reconocieron la importancia de desarrollar una conciencia socioambiental asociada a su labor, comprendiendo que la energía solar se constituye en una alternativa viable para mejorar las condiciones de vida en las zonas rurales y urbanas de la región, así como una herramienta para promover autonomía y sostenibilidad.

La implementación de la Secuencia Didáctica STEAM también permitió evidenciar transformaciones en la forma en la que los estudiantes se relacionan con el trabajo colaborativo. La distribución de roles, la argumentación en la toma de decisiones y la resolución de dificultades durante el montaje configuraron espacios de diálogo técnico que fortalecieron la identidad profesional y la confianza en el propio saber.

En cuarto lugar, el proceso de validación por expertos fue un componente clave para garantizar la pertinencia y rigurosidad de los instrumentos y de la Secuencia Didáctica STEAM. la validación de los expertos permitió ajustar las actividades, clarificar los criterios de evaluación e integrar de manera más explícita el enfoque territorial y la normativa técnica. Este paso asegura que la propuesta pueda ser replicada, ajustada o ampliada en futuros contextos educativos similares.

Finalmente, con base en lo anterior, se establece una conclusión principal y una conclusión secundaria del proyecto:

Conclusión principal del proyecto

La secuencia didáctica STEAM formulada con base en los principios de STEAM, alineada con los ODS 7 y 13, reveló que, al aprender sobre energía renovable, los estudiantes no solo mejoraron las capacidades técnicas de electricidad y fotovoltaica, sino que también adquirieron una visión más crítica y responsable sobre el consumo de recursos y las preocupaciones ambientales. Esta experiencia ilustró la efectividad que la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas aplicadas a experiencias cercanas a su contexto aportan en un mayor sentido de motivación, niveles de compromiso analítico y orientado a la energía sostenible.

Conclusión secundaria del proyecto

Los resultados obtenidos a lo largo del ciclo, desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación final, muestran que los estudiantes pudieron avanzar significativamente en el aprendizaje de conceptos ambientales, aprender a aplicar prácticas técnicas seguras y desarrollar una actitud proambiental. La creación de prototipos, el aprendizaje apoyado por docentes y la reflexión continua crearon un entorno propicio para el desarrollo de habilidades técnicas y una mayor comprensión del papel que cada persona puede desempeñar en la transición de la energía sucia a la energía limpia.

Visión Prospectiva del Proyecto

Lecciones Aprendidas

- El aprendizaje es más significativo cuando los estudiantes construyen soluciones con base en problemas reales.
- La autonomía técnica se desarrolla gradualmente y requiere acompañamiento dialógico, no directivo.
- El territorio es un recurso pedagógico valioso para contextualizar el aprendizaje, y a la vez un escenario para generar un impacto positivo en la resolución de problemáticas socioambientales.

Fortalezas

- Secuencia Didáctica STEAM adaptable a diferentes cohortes.
- Incremento comprobado de las competencias técnicas y socioambientales.
- Participación activa y motivada de los estudiantes.

Oportunidades de Mejora

- Aumentar la disponibilidad de materiales y herramientas en el taller.
- Profundizar en los procesos de medición y monitoreo energético.

Recomendaciones

- Integrar la articulación y el acompañamiento comunitario en proyectos futuros.
- Gestionar alianzas con empresas del sector energético.

Proyección

- Adaptar la secuencia didáctica STEAM para su aplicación en otros contextos; programas e instituciones similares y hacerlo extensivo a otras comunidades con problemáticas similares.
- Diseñar un módulo de certificación en energía solar comunitaria.
- Crear un semillero de investigación sobre transición energética en Arauca.

Consideraciones Éticas

El proyecto se desarrolló respetando la dignidad, autonomía y privacidad de los estudiantes. La participación fue voluntaria y se informó de manera clara el propósito formativo de la propuesta. No se recolectaron datos sensibles y se garantizó la confidencialidad de la información. La intervención no implicó riesgos físicos ni psicológicos para los participantes y se promovió un ambiente pedagógico de respeto, inclusión y colaboración.

Referencias

- Barriales, A. L. F., Lara-Herrera, J., & Reyes-Del-Carmen, H.** (2020). *Relación entre las competencias laborales y el conocimiento especializado en estudiantes de ingeniería*. Actas de la Conferencia Internacional Multiconferencia LACCEI sobre Ingeniería, Educación y Tecnología. <https://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/meta/FP262.html>
- Billett, S.** (2011). Learning in the circumstances of work: The didactics of practice. *Éducation & Didactique*, 5(2), 125–146. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1251>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A.** (2020). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 50(2), 1–16.
- Braun, V., & Clarke, V.** (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Bybee, R. W.** (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- CEPAL.** (2022). *La transición energética en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades para un desarrollo sostenible*.
- Congreso de la República de Colombia.** (2014). *Ley 1715 de 2014*. <https://www.minenergia.gov.co>
- Contreras Lisperguer, R., & Salgado, R.** (2021). *Informe regional sobre el ODS 7...* CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47674/1/S2100754_es.pdf
- Corte Constitucional de Colombia.** (2017). *Sentencia C-565/17*. <https://www.corteconstitucional.gov.co>
- Creswell, J. W.** (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M.** (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S.** (Eds.). (2018). *The Sage handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE.
- Dewangan, K.** (2014). *Photovoltaic systems and applications*.
- Dhaked, D. K., et al.** (2025). Exploring deep learning methods for solar photovoltaic power output forecasting. *Renewable Energy Focus*, 53, 100682. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2025.100682>
- Drolas, A.** (2010). El saber colectivo a las cualidades individuales. *Convergencia*, 17(52), 37–61.

- Dunlop, E. D.** (2010). *Solar cells principles, technologies and applications*.
- Flick, U.** (2015). *Introducing research methodology* (2nd ed.). SAGE.
- Fuller, A., & Unwin, L.** (2003). Learning as apprentices in the contemporary UK workplace. *Journal of Education and Work*, 16(4), 407–426.
- Galvin, R.** (2024). Rethinking energy justice. *Energy Research & Social Science*, 112, 103531.
- García-Holgado, A., Camacho-Díaz, A., & García-Peñalvo, F. J.** (2020). Engaging women in STEM. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1741–1751.
- Gobernación de Arauca.** (2025). *Gobierno departamental avanza...* <https://arauca.gov.co>
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., & Arriasec, I.** (2021). Diseño y evaluación de una secuencia STEAM. *Revista Eureka*, 18(1), 1802.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P.** (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P.** (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- International Energy Agency.** (2021). *World Energy Outlook 2021*.
- IJSER.** (2023). Role of inverter in photovoltaic system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T.** (2014). *Cooperation in the classroom* (9th ed.). Interaction Book Company.
- Lata-García, J., et al.** (2024). Impacto social, ambiental y tecno-económico de la electrificación rural aislada. *Revista de Gestão Social e Ambiental*.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R.** (2010). Seven essentials for project-based learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34–37.
- López, F., Contreras, M., Nussbaum, M., Paredes, R., Gelerstein, D., Alvares, D., & Chiuminatto, P.** (2023). Developing critical thinking... *Education Sciences*, 13(6), 590. <https://doi.org/10.3390/educsci13060590>
- McGraw-Hill Interamericana de España.** (2020). *Componentes de una instalación solar fotovoltaica*.
- Mishra, P., & Koehler, M. J.** (2006). Technological pedagogical content knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.** (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible...* Minciencias.

- Mora Penagos, W. M.** (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias. *Revista Colombiana de Educación*, 69, 11–29.
- Naciones Unidas.** (2015). *Transformar nuestro mundo: Agenda 2030*.
- Naciones Unidas.** (2018). *Acceso universal a energía sostenible...*
<https://digitallibrary.un.org/record/1627607>
- Organización de las Naciones Unidas.** (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energia-sostenible/>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Arriasec, I.** (2021). STEAM education: A review. *Studies in Science Education*, 57(2), 157–186.
- Perales, F. J., & Vélchez, J. M.** (2019). Educación STEAM y ABP. *Revista Eureka*, 16(2), 2201–2218.
- Perpiñán, M.** (2020). *Diseño y análisis de sistemas fotovoltaicos*.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M.** (2017). STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1–2), 1–12.
- RAPE Región Central.** (2022). *Potencial fotovoltaico Región RAPE*.
- RAP Eje Cafetero.** (2023). *Plan estratégico regional*.
- Rahim, B., et al.** (2024). Effectiveness of project-based learning. *TEM Journal*, 13(2), 1481–1492.
- Robalino, C.** (2021). Estrategias didácticas para sistemas fotovoltaicos. *Revista Docentes 2.0*, 11(1), 34–43.
- Santillán-Aguirre, J. A.** (2023). Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM. *REXE*, 22(46), 1–23.
- Santillán-Aguirre, J. P., Jaramillo-Moyano, E. M., Santos-Poveda, R. D., & Cadena-Vaca, V.** (2020). STEAM como metodología activa. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467–492.
- SENA.** (2021). *Normas Sectoriales de Competencia Laboral del sector eléctrico...*
- Shahbazloo, F., & Mirzaie, R. A.** (2023). Investigating the effect of 5E-based STEM education... *Thinking Skills and Creativity*, 49, 101336. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101336>
- Sousa, C., & Pileggi, M.** (2020). Shoot for the moon! *Technology and Engineering Teacher*, 74(6), 18–23.
- Suárez, I., Dusú, A., & Sánchez, G.** (2022). Competencias ambientales clave... *TED*, 2022.
<https://revistas.upn.edu.co>
- Thomas, J. W.** (2000). *A review of research on project-based learning*.
https://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning

Tobón, S. (2021). La competencia técnica en sistemas fotovoltaicos. En A. Pérez (Ed.), *Formación técnica y práctica profesional* (pp. 45–62).

Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. <https://docs.upme.gov.co>

Ull Solís, M. Á. (2015). Competencias para la sostenibilidad. *UniPluriversidad*, 14(3), 46–58. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.21337>

UNESCO. (2022). *UNESCO strategy for TVET 2022–2029*.

UNESCO-UNEVOC. (2017). *Greening Technical and Vocational Education and Training*.

UNESCO-UNEVOC. (2022). *UNESCO strategy for TVET 2022–2029*.

United Nations, DESA. (2019). *Accelerating SDG 7 achievement*.

Wang, L., & Wang, Y. (2023). STEAM programs in vocational schools. *Contemporary Education and Teaching Research*, 4(12), 677–682.

Wing, J. M. (2022). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Yakman, G. (2008). STEM vs. STEAM education. *The STEAM Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.5642/steam.20080101>

Yakman, G. (2008). STVM Education: An overview... *ICEE 2008*.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring exemplary STEAM education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.

Yakman, G., & Lee, E. (2019). Exploring exemplary STEAM education in the U.S. *Journal of the Korean Society of Science Education*, 39(1), 109–122.