



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE INVERNADERO BIOCLIMÁTICO COMO PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EL COLEGIO AGROINDUSTRIAL DE PUERTO NUEVO, SIMACOTA (SANTANDER).

Este proyecto aporta una propuesta educativa que convierte un invernadero bioclimático en un recurso pedagógico práctico y contextualizado para fortalecer el aprendizaje de las ciencias naturales. Este proyecto es innovador porque integra ciencias, sostenibilidad, tecnología y trabajo vivencial en un mismo espacio.

Marolyn Andrea Rodríguez Martínez¹

Liliana Karolina Rojas Celis²

Mayo 26 de 2026

(marolyn.martinezrod@usantotomas.edu.co)

(liliana.celisroj@usantotomas.edu.co)

¹ marolyn.martinezrod@usantotomas.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-4036-6103> Scholar: https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&user=xgHhjeYAAAAJ
Cvlac: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001739546

² liliana.celisroj@usantotomas.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-7242-064X> Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=vaYIOfoAAAAJ&hl=es>
Cvlac: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002387294



Resumen

Esta investigación realizó una revisión sistemática cualitativa para analizar el estado actual del conocimiento sobre el diseño e implementación de prototipos de invernaderos bioclimáticos escolares como herramientas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias naturales. A partir del examen de la literatura publicada entre 2019 y 2024, se identificaron tendencias relevantes en América Latina, especialmente el fortalecimiento de la educación ambiental y el desarrollo de competencias científicas. Los hallazgos evidencian que estos prototipos no solo funcionan como espacios para el cultivo de plantas, sino también como laboratorios vivos que favorecen la formación de estudiantes críticos, responsables y comprometidos con el cuidado del ambiente.

La integración de principios bioclimáticos con actividades experimentales permite articular la teoría con la práctica, promoviendo un aprendizaje activo, indagativo y significativo en la educación secundaria. Este enfoque fomenta la comprensión de fenómenos naturales, la sostenibilidad y la innovación escolar. Asimismo, los invernaderos bioclimáticos tienen el potencial de transformar las instituciones educativas en comunidades de aprendizaje más sostenibles y orientadas a la acción ambiental.

No obstante, la revisión evidenció desafíos persistentes, como la insuficiente articulación del invernadero dentro del currículo formal, las limitaciones en infraestructura y formación docente, y la necesidad de ampliar investigaciones que evalúen el impacto de estos prototipos a largo plazo, especialmente en relación con cambios actitudinales y prácticas ambientales responsables. En conclusión, los prototipos de invernaderos bioclimáticos se consolidan como estrategias pedagógicas innovadoras, con un alto potencial para fortalecer la enseñanza de las ciencias naturales y contribuir a los objetivos de sostenibilidad y conciencia ambiental en contextos escolares.

Palabras clave: Estrategia pedagógica, Aprendizaje significativo, Invernadero bioclimático, Innovación educativa, educación ambiental.

Abstract

This research conducted a qualitative systematic review to analyze the current state of knowledge regarding the design and implementation of school bioclimatic greenhouse prototypes as pedagogical tools in the teaching of natural sciences. Based on the examination of literature published between 2019 and 2024, relevant trends were identified in Latin America, particularly the strengthening of environmental education and the development of scientific competencies. The findings show that these prototypes not only function as spaces for plant cultivation but also as living laboratories that promote the formation of critical, responsible



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

students committed to environmental care. The integration of bioclimatic principles with experimental activities makes it possible to connect theory with practice, fostering active, inquiry-based, and meaningful learning in secondary education. This approach encourages the understanding of natural phenomena, sustainability, and educational innovation. Likewise, bioclimatic greenhouses have the potential to transform educational institutions into more sustainable learning communities oriented toward environmental action. However, the review revealed persistent challenges, such as the insufficient integration of the greenhouse within the formal curriculum, limitations in infrastructure and teacher training, and the need to expand research that evaluates the long-term impact of these prototypes, especially regarding attitudinal changes and responsible environmental practices. In conclusion, bioclimatic greenhouse prototypes are consolidated as innovative pedagogical strategies with high potential to strengthen the teaching of natural sciences and contribute to sustainability goals and environmental awareness in school contexts.

Keywords: Pedagogical strategy, Meaningful learning, Bioclimatic greenhouse, Educational innovation, Environmental education.



Introducción

La puesta en marcha de un prototipo de un invernadero bioclimático en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo busca funcionar como estrategia pedagógica y didáctica para generar ambientes de aprendizaje significativos fuera del aula. Diseñar esta estrategia parte desde la reflexión de integrar la interdisciplinariedad del estudiante desde los campos de conocimientos adquiridos durante su escolaridad.

El proyecto está enfocado en innovar en los métodos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, comprender el propósito del ambiente de aprendizaje, reconociendo la importancia de la experimentación y la aplicación práctica del conocimiento que aspira a promover la construcción del pensamiento científico en los estudiantes integrando la investigación como un pilar fundamental en su formación integral, adquiriendo actitudes habilidades y conocimientos que buscan el beneficio del sujeto y de la sociedad.

La viabilidad de esta estrategia depende del compromiso institucional, el diseño previo de actividades claras y objetivos específicos, así como de la formación del docente para guiar la observación científica. El apoyo de la comunidad educativa y la integración curricular también son claves. Además, existen múltiples guías y materiales didácticos elaborados por organismos como UNESCO y ministerios de educación que apoyan estas metodologías (UNESCO, 2017).

Para este ejercicio, resulta fundamental entender el ambiente en el contexto rural, en el cual se desarrolla la vida escolar de los jóvenes dentro del colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, para que ellos se sientan motivados por el aprendizaje y enriquecimiento de saberes que busca despertar en algunas su vocación científica. Durante el desarrollo de nuestro ambiente de aprendizaje es fundamental que los estudiantes conozcan los objetivos de las actividades, puedan hacer sus aportes y convertirse en sujetos activos en su proceso de aprendizaje.



El diseño metodológico empleado para llevar a cabo este proyecto consistió en desarrollar una serie de actividades cuyos contenidos se seleccionaron estratégicamente de tal manera que estuvieran alineados con el proyecto de aula, cuyo elemento innovador es la práctica experimental. La secuencia didáctica empleada contiene las siguientes actividades:

Implementación de huertas escolares: Se implementa el uso de huertas escolares con el objetivo de retroalimentar los pre-saberes de ciclo de vida de una planta, siembra, fotosíntesis, cuidado y sostenibilidad. Debates sobre sistema de riego en invernaderos de bajo costo: Se analizan las necesidades específicas del cultivo y los recursos disponibles, generando debates sobre el mejor sistema: Riego por Goteo, Riego Solar por Goteo, Riego por Exudación, aquí se fortalecen los conceptos de Eficiencia del uso del agua, sostenibilidad, mantenimiento y promoviendo la práctica agrícola responsable y consciente del medio ambiente. Experimentos sencillos para demostrar la transferencia de calor: Se proporciona una serie de experimentos que permiten una comprensión práctica de los principios físicos detrás de la transferencia de calor, fortaleciendo los conceptos de conducción y convección y radiación. Medición de condiciones ambientales (temperatura y humedad): Se mide la temperatura y la humedad. Esta actividad fortalece en los estudiantes competencias científicas clave, como la observación, la recolección de datos, el análisis y la comunicación de resultados. Registro y control de actividades por medio de las Tics: Se desarrolla ciertas habilidades técnicas y digitales acompañadas de la tecnología, fortaleciendo el pensamiento lógico y crítico y la capacidad de gestionar y analizar la información. “Todas las acciones del ambiente son una excelente oportunidad para que el estudiante desarrolle no sólo las actitudes, conocimientos y habilidades que se han fijado para el ambiente, sino todos los procesos orientados a potenciar su inteligencia emocional” (SED Bogotá - Bogotá Humana, 2012, p. 81).

La buena práctica en la Institución Educativa a la fecha presenta resultados satisfactorios en los aprendizajes, en la mejora de conceptos referidos al medio ambiente, desarrollo de competencias a través



de la movilización de capacidades interdisciplinarias, la integración y el trabajo colaborativo con una decidida participación activa de toda la comunidad educativa integrada en el proyecto.

En síntesis, las actividades diseñadas desde la implementación de huertas escolares hasta el uso de las Tics para el monitoreo ambiental, fueron fundamentales para promover la experimentación científica y la construcción del pensamiento crítico. A la fecha los resultados obtenidos son satisfactorios evidenciando una apropiación en los estudiantes de los conceptos ambientales, y una construcción significativa de competencias interdisciplinarias.

Justificación

Colombia es uno de los principales productores de flor cortada para comercializar en los mercados internacionales. Las especies cultivadas más comunes son rosa, clavel, crisantemo y astromelia (Rocha, 2021). La producción de flores de corte se realiza en invernaderos de tipo pasivo: estructuras que, en climas tropicales, permiten controlar algunas variables de carácter meteorológico, como la lluvia y la radiación solar (Villagrán, 2021). La producción de otras especies, como tomate, pepino, pimentón, hortalizas de hoja y hierbas medicinales, es realizada en esta misma tipología de invernaderos (Díaz, 2018).

Los invernaderos se utilizan para cultivar o almacenar plantas y debido a los cambios climáticos, en los meses con más calor es muy importante controlar las altas temperaturas en los cultivos, y sobre todo los que están cubiertos por plástico o bajo cualquier otro tipo de cubierta. Mediante un buen monitoreo, no sólo aumenta la seguridad del agricultor, también se incrementa la calidad y la producción, y con ello la rentabilidad (Barón, 2017).

La buena práctica escolar ha demostrado que es un recurso fundamental para lograr aprendizajes significativos. El desarrollo e implementación de un prototipo de invernadero bioclimático surge como una alternativa innovadora y sostenible para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en áreas como



ciencias naturales, agroindustria, educación ambiental y tecnología en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo.

Los estudiantes del grado once en el desarrollo de este proyecto aprenderán a usar herramientas básicas de medición como: termómetros, sensores de temperatura y humedad, sistemas de ventilación, entre otros, desarrollarán habilidades para trabajo en equipo desarrollando un pensamiento crítico y responsable en el manejo de los recursos, productividad y rentabilidad dentro del invernadero.

Este proyecto tiene el potencial de transformar el espacio escolar en un laboratorio vivo de aprendizaje alineándose con las vocaciones productivas del territorio y contribuyendo al desarrollo rural. Desde una perspectiva social y alimentaria, el invernadero también permitirá mejorar la seguridad alimentaria de la comunidad educativa, mediante el cultivo de hortalizas y vegetales que pueden ser utilizados en el restaurante escolar o como base para microemprendimientos estudiantiles.

Preliminares: Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad

- **Diagnóstico de la realidad:** es la aproximación integral que lleva a cabo el investigador de la realidad que se pretende abordar en el proyecto. Está constituida por: la identificación, descripción y formulación:

a. Identificación

El Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo es una institución ubicada en el bajo Simacota, provincia Yariguies, Santander, cuyo modelo de formación se basa en la filosofía “Aprender haciendo” empleando modelos innovadores, pedagógicos, constructivos y humanizantes. Se cuenta con 144 estudiantes en la sede principal desde sexto a undécimo grado pertenecientes a los estratos 1 y 2.

La gestión pedagógica y académica del colegio, está conformada por una rectora en encargo y nueve docentes de aula; cinco de ellos están nombrados en las áreas de matemáticas,



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

inglés, español, Sociales y educación física, dos ingenieros ambientales como docentes provisionales en la técnica, una ingeniera química en ciencias naturales-química y una licenciada en Informática.

El entorno educativo del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo se caracteriza por su enfoque técnico y agroindustrial, lo cual plantea desafíos específicos en la integración de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se presenta carencia de adaptaciones curriculares que incorporen recursos tecnológicos accesibles y adecuados para cada estudiante, considerando sus requerimientos individuales. Las aulas de cada grado no disponen de un inventario tecnológico adecuado y la estructura digital de la institución es deficiente; el colegio solo cuenta con un video beam y los computadores personales de cada docente para trabajar con los salones de estudiantes, lo cual dificulta la implementación de pruebas digitales y otras actividades que requieran de recursos tecnológicos.

La Ciencias Naturales siendo un área fundamental reta al estudiante ante un mundo en constante cambio donde aprende analizar la información, formular hipótesis y así mismo darle solución basado en evidencias. Es por esto que la institución educativa está enfocada en la formación de este tipo de jóvenes, proporcionando conocimientos teóricos y prácticos aplicando nuevas actividades agrícolas, siendo una de ellas el invernadero bioclimático. Esta estrategia permitirá a los estudiantes de 11º practicar la producción de cultivos controlados, utilizando tecnologías de riego eficiente y prácticas agrícolas sostenibles, lo que contribuirá al uso responsable de los recursos naturales. Además, al ser un espacio dedicado a la experimentación y el aprendizaje, se fomentará una cultura ecológica entre los jóvenes, sensibilizándolos sobre la importancia de la preservación del medio ambiente y la adopción de tecnologías verdes en la producción agrícola.



b. Descripción

La importancia de las ciencias naturales en la sociedad actual es indiscutible, tanto considerando su relación con la tecnología como su aplicación e influencia en la vida cotidiana para (Nieda, 1997).

La enseñanza de las ciencias naturales inquieta la relación de la enseñanza-aprendizaje en la actualidad por el poco avance en las dinámicas dadas entre el profesor y el estudiante en el aula, debido a que la ciencia aún se enseña de manera unidireccional y expositiva, centrada en el profesor, y minimizando -e incluso ignorando- el conocimiento previo de los estudiantes y su potencial para lograr aprendizajes significativos. Sumado a una enseñanza tradicional centrada en contenidos que deben memorizar y posteriormente presentar en un examen.

Construir un pensamiento científico requiere potenciar un análisis profundo en el aprendizaje de los estudiantes, desarrollar habilidades como la capacidad de indagación para plantear preguntas, interpretar, organizar, seleccionar información y comprender argumentos hace parte de una enseñanza con aprendizaje significativo y en las ciencias naturales los espacios de aprendizajes prácticos no permiten fortalecer estos aspectos en la educación. La falta de laboratorios, insumos y equipos es una problemática que viven muchas instituciones rurales entre tantas el Colegio Agropecuario de Puerto Nuevo. Afectando no sólo la labor del docente, por la calidad de su enseñanza sino también el aprendizaje significativo de los estudiantes.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

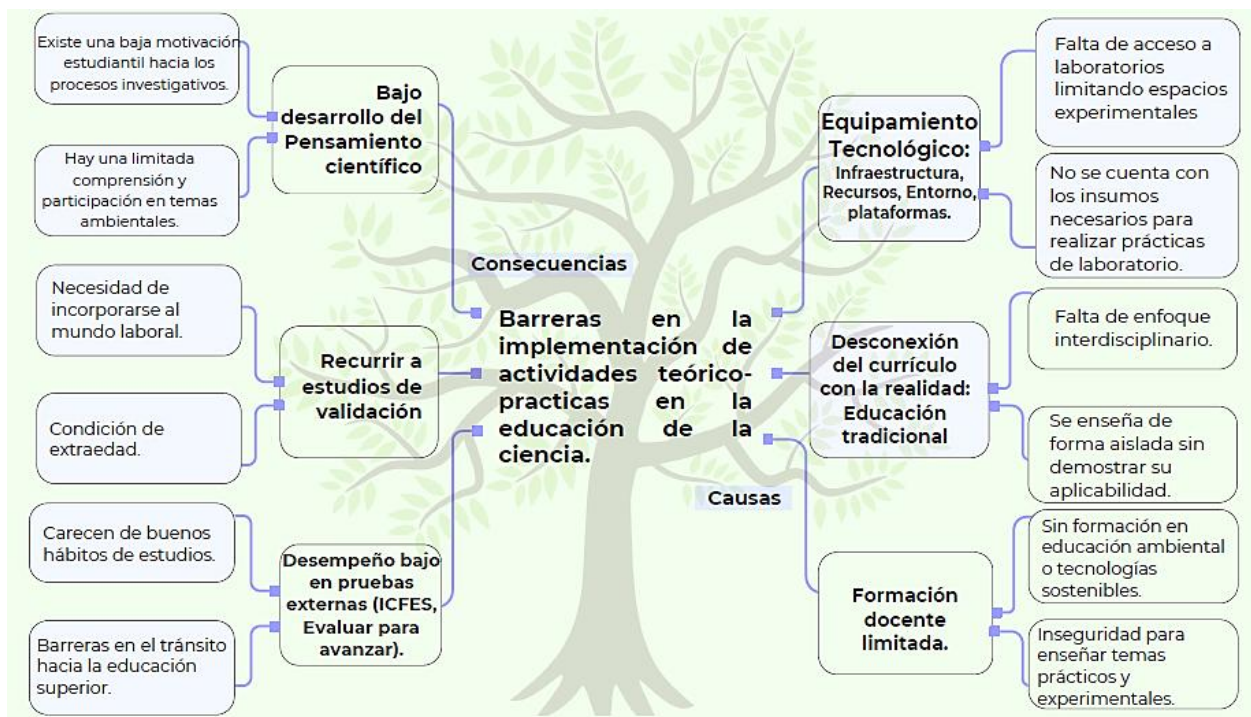
Los estudiantes del grado undécimo de nuestra institución identifican sus vacíos cuando tiene que realizar actividades experimentales, utilizar y manipular equipos y materiales, aplicar el método científico en sus procesos de aprendizaje y comprender la conexión de tecnología con la ciencia. La poca implementación de estrategias pedagógicas y didácticas influyen negativamente en la construcción de aprendizaje significativo tomando en consideración que los contenidos planteados muchas veces se alejan de la realidad de su cotidianidad.

Sumado a esto se relaciona la falta de motivación, que podría vincularse a la poca contextualización de los temas con la vida cotidiana de los/as alumnos/as, a través de ejemplos o fenómenos cercanos. Esta motivación depende a su vez de la experimentación, ya que esta ciencia es sin duda experimental y la motivación de los/as alumnos/as nace del hacer. Es decir, una clase magistral podría ser la base teórica de un contenido, pero debe verse reforzado con experimentación o actividades lúdicas que les permitan a los estudiantes vivir la experiencia encarnadamente y así lograr aprendizajes significativos (Toro, 2010).



Figura 1.

Árbol de problemas.



Nota. Elaboración propia (2025).

c. Formulación

Pregunta General:

- *¿Cómo contribuye el prototipo de un invernadero bioclimático en el aprendizaje de los estudiantes de grado 11°, en la asignatura de Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo zona rural de Simacota, Santander?*

Preguntas específicas:

- *¿Cuál es el estado actual del contexto educativo, las estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de Ciencias Naturales y educación ambiental, según la*



percepción de los estudiantes de grado 11° y los docentes del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo?

- *¿Cómo diseñar un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica, apoyado en un manual del usuario que oriente su uso como estrategia didáctica en la enseñanza de las Ciencias Naturales?*
- *¿Qué secuencia didáctica se requiere para la construcción y funcionamiento de un invernadero bioclimático, a partir del manual del usuario, que fortalezca el aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental?*
- **Oportunidades de innovación / alternativas de solución:**

La utilización del entorno inmediato como un laboratorio vivo permite a los estudiantes observar, investigar y comprender fenómenos naturales y sociales de manera directa. Las salidas de campo, el trabajo en huertas escolares y los estudios de caso locales ofrecen una forma concreta de aplicar el método científico en situaciones reales. Estas salidas pedagógicas permiten, por ejemplo, explorar ecosistemas locales, identificar problemáticas ambientales o sociales, e incluso realizar inventarios de biodiversidad. De la misma manera, esta estrategia fomenta la indagación, el pensamiento crítico y la apropiación del conocimiento desde la experiencia.

Las huertas escolares son una herramienta pedagógica poderosa que no solo permiten explorar conceptos de biología y química del suelo, sino que también abordan temas de sostenibilidad, alimentación saludable y seguridad alimentaria (FAO, 2014). Las salidas de campo, por su parte,



pueden adaptarse a múltiples disciplinas, desde la geografía hasta la ecología, y promueven la interdisciplinariedad.

En contextos urbanos o con limitaciones de desplazamiento, pueden realizarse microproyectos de observación del entorno inmediato (patios escolares, parques cercanos, mercados locales). También es posible desarrollar estudios de caso con apoyo de recursos digitales como Google Earth, visitas virtuales o bases de datos climáticos o ambientales.

La viabilidad de esta estrategia depende del compromiso institucional, el diseño previo de actividades claras y objetivos específicos, así como de la formación del docente para guiar la observación científica. El apoyo de la comunidad educativa y la integración curricular también son claves. Además, existen múltiples guías y materiales didácticos elaborados por organismos como UNESCO y ministerios de educación que apoyan estas metodologías (UNESCO, 2017).

Las actividades prácticas con materiales de bajo costo y reutilizados democratizan el acceso a experiencias científicas significativas, especialmente en contextos de escasos recursos. El diseño de experimentos caseros, la construcción de modelos a escala o la aplicación del método científico usando objetos reciclables permiten a los estudiantes desarrollar habilidades como la observación, la predicción, la experimentación y la argumentación científica (Aikenhead, 2006).

Estas actividades también tienen un componente ético y ambiental, ya que promueven la reutilización y el pensamiento ecológico. Además, fomentan la creatividad, la innovación y la solución de problemas desde el “hacer” y no solo desde el “saber”.



En ausencia de ciertos materiales, pueden emplearse simuladores digitales gratuitos o laboratorios virtuales como PhET, Labster o Tinkercad, que permiten realizar experimentos de física, química y biología con alto valor educativo. Asimismo, los docentes pueden adaptar actividades a la disponibilidad local, incorporando saberes tradicionales o técnicas artesanales como alternativa.

Estas actividades son altamente viables y escalables. Requieren, principalmente, creatividad en el diseño pedagógico, recolección previa de materiales reciclables y una orientación metodológica clara. Muchos docentes ya implementan estas estrategias de forma espontánea, por lo que sistematizarlas y reconocer su valor puede potenciar su impacto. Además, su bajo costo las convierte en una herramienta ideal para contextos rurales o escuelas con limitaciones presupuestarias (Rodríguez & Ramos, 2019).

Un invernadero bioclimático es una estructura diseñada para optimizar el crecimiento de plantas utilizando recursos naturales como la radiación solar y la ventilación pasiva, sin depender de sistemas artificiales costosos. Esta infraestructura representa una oportunidad única para desarrollar proyectos STEM que integren conocimientos de biología, física, química, matemáticas y diseño ecológico. A través de su implementación, los estudiantes pueden estudiar variables como temperatura, humedad, fotosíntesis, ciclos de vida vegetal, eficiencia energética y sostenibilidad. También es un recurso ideal para fomentar el trabajo colaborativo, la gestión de proyectos y el pensamiento científico-tecnológico. Si no es posible construir un invernadero a gran escala, se pueden elaborar versiones en miniatura con botellas PET, cajas plásticas o materiales reciclados. También existen plataformas digitales para simular las condiciones de un invernadero y analizar el comportamiento de las plantas en distintos escenarios climáticos.



Aunque requiere una inversión inicial mayor que las estrategias anteriores, su viabilidad aumenta cuando se articula con proyectos institucionales de educación ambiental o desarrollo sostenible. Existen convocatorias de apoyo de ONGs, alcaldías y entidades como el Ministerio de Ciencia y Tecnología que financian este tipo de iniciativas. Además, su mantenimiento puede estar a cargo de clubes de ciencia o de medio ambiente, fortaleciendo la apropiación estudiantil (Moreno et al., 2020).

Estas tres estrategias —explorar el entorno como laboratorio vivo, utilizar materiales de bajo costo y reciclados para actividades prácticas, e implementar invernaderos bioclimáticos— constituyen alternativas viables y significativas para transformar la enseñanza STEM en todos los niveles educativos. Su implementación favorece el aprendizaje activo, situado y colaborativo, promoviendo vocaciones científicas desde una perspectiva inclusiva, sostenible y pertinente con los contextos locales.

Se elige la tercera alternativa el invernadero Bioclimático, puesto que, al integrar estas estrategias en la dinámica escolar, se complementan y se logra que los estudiantes no solo aprendan ciencia, sino que vivan la ciencia, se apropien de su realidad, y se proyecten como agentes de cambio capaces de resolver problemas reales con creatividad y responsabilidad. Para maximizar su impacto, es necesario capacitar al profesorado en metodologías activas, articular estas estrategias con el currículo oficial y fomentar alianzas con entidades externas que apoyen la innovación educativa. De esta manera, es posible formar ciudadanos científicos capaces de comprender, transformar y cuidar su entorno.



Propósito y objetivos

- **Propósito:** Fortalecer una propuesta educativa transformadora y viable en diferentes contextos escolares, que promuevan un enfoque activo del aprendizaje, estimulen la curiosidad científica, y fomentan valores como la sostenibilidad, la inclusión, el trabajo colaborativo y la innovación; siendo así no solo los estudiantes del semillero de investigación aprendan ciencia, sino que vivan la ciencia, se apropien de su realidad, y se proyecten como agentes de cambio capaces de resolver problemas reales con creatividad y responsabilidad.

- **Objetivo general**

Diseñar de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo Simacota, Santander.

- **Objetivos específicos:**

- Diagnosticar el contexto educativo, estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de ciencias naturales y educación ambiental, a partir de la percepción de estudiantes grado 11° y docentes.
- Proponer el diseño de un prototipo de un invernadero bioclimático como estrategia pedagógica apoyado en un manual del usuario que oriente su uso como estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales.



- Formular la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento de un invernadero bioclimático, a partir del manual del usuario para el fortalecimiento del aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental.
- **Matriz de medición de impacto educativo y social:**

Tabla 1.

Matriz de medición de impacto educativo y social.

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Diagnosticar el contexto educativo, estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de ciencias naturales y educación ambiental, a partir de la percepción de estudiantes grado 11° y docentes.	Contexto institucional rural del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, relacionado con las necesidades pedagógicas, recursos didácticos y fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales.	• Identificación de necesidades pedagógicas y ambientales de la institución. • Nivel de percepción de estudiantes y docentes sobre el uso de estrategias didácticas. • Caracterización de recursos didácticos disponibles para Ciencias Naturales. • Participación activa de estudiantes y docentes en el diagnóstico.	• Encuestas aplicadas a estudiantes y docentes. • Cuestionarios diagnósticos. • Tabulación y análisis de resultados. • Registro fotográfico y actas de aplicación. • Matrices de análisis de información.
Proponer el diseño de un prototipo de un invernadero bioclimático como estrategia pedagógica apoyado en un manual del usuario que oriente su uso como estrategia didáctica en la	Fortalecimiento de ambientes de aprendizaje innovadores y contextualizados mediante la integración de sostenibilidad, educación ambiental y	• Diseño estructurado del prototipo del invernadero bioclimático. • Elaboración del manual del usuario con orientaciones pedagógicas y didácticas. • Integración de principios bioclimáticos	• Diseño del prototipo (planos, esquemas y maqueta). • Manual del usuario. • Validación por docentes o expertos. • Evidencias fotográficas y digitales.



enseñanza de las ciencias naturales.	experimentación científica.	y sostenibles. • Nivel de pertinencia pedagógica del diseño propuesto.	
Formular la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento de un invernadero bioclimático, a partir del manual del usuario para el fortalecimiento del aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental.	Desarrollo de competencias científicas, pensamiento crítico y aprendizaje significativo mediante actividades prácticas y contextualizadas en educación ambiental.	Diseño de actividades didácticas contextualizadas. • Inclusión de estrategias ABP y aprendizaje vivencial. • Fortalecimiento de competencias científicas y ambientales. • Participación y motivación estudiantil en las actividades propuestas. • Articulación curricular con Ciencias Naturales y PRAE.	• Secuencia didáctica estructurada. • Guías pedagógicas y talleres. • Diario de campo y sistematización de experiencias. • Rúbricas de evaluación.

Nota. Elaboración propia (2026).

La matriz de medición de impacto educativo y social presentada anteriormente permite establecer la relación entre los objetivos específicos del proyecto, los contextos de impacto, los indicadores de cumplimiento y los medios de verificación necesarios para evaluar el alcance de la propuesta pedagógica. Esta matriz constituye una herramienta de seguimiento y evaluación que facilita la identificación de los avances generados en el fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental en el contexto rural del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo. Asimismo, posibilita valorar la pertinencia del diseño del prototipo del invernadero bioclimático, el manual del usuario y la secuencia didáctica como estrategias orientadas al desarrollo de competencias científicas, pensamiento crítico y aprendizaje significativo. De igual manera, los indicadores y medios de verificación definidos permiten sistematizar la información obtenida mediante encuestas, talleres, registros de campo, evidencias fotográficas y procesos de validación, garantizando coherencia entre los objetivos planteados y los resultados esperados del proyecto.



Marco de referencia

Se compone de los siguientes marcos que se describen a continuación:

Marco contextual

El Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, ubicado en la zona rural del Bajo Simacota del departamento de Santander, en la provincia de Yariguies, en la sede principal se imparten las clases de la básica secundaria y media técnica con carácter agroindustrial, en articulación con el SENA en la técnica de producción de lácteos y agroindustria, cuenta con un total de 144 estudiantes con edades comprendidas entre los 10 a los 21 años. La población estudiantil proviene mayoritariamente de familias monoparentales dedicadas a actividades agrícolas (cultivos de palma de aceites), ganaderas y venta informal en la vía o en lavaderos de carros de la misma. La muestra para trabajar son 18 estudiantes del grado decimo de esta institución.

En cuanto a la infraestructura, la institución cuenta con una extensión de 5331 metros cuadrados, la conforma 6 salones de clase, un aula múltiple, una sala de informática llamada “camacota”, una sala de profesores, un restaurante, una cafetería y 2 laboratorios, uno de agroindustria y el otro de química, el cual presenta muchas limitaciones, salón pequeño, muy caluroso, la mayoría de reactivos vencidos y materiales de trabajo en mal estado.

Por otro lado, los estudiantes deben recorrer largas distancias para llegar a la institución, hay intermitencia en la luz eléctrica y presenta inestabilidad de conexión a internet, la mayoría de veces es con datos pagos por ellos mismos.



Revisión de estado del arte

La presente revisión se enfoca en diversas investigaciones que abordan el uso de tecnologías como sensores IoT, aplicativos de monitoreo e inteligencia artificial para controlar y mejorar el rendimiento de cultivos en espacios controlados como lo son los invernaderos. Este recorrido brinda un panorama sobre los retos y oportunidades en la implementación de la tecnología en el sector educativo y agropecuario rural. Así mismo, aportan una mirada verosímil y colaborativa entre ciencia, educación y tecnología.

Wang y Gong (2024) en su artículo titulado *“Intelligent Agricultural Greenhouse Control System Based on Internet of Things and Machine Learning”* exponen cómo a través de la implementación de un sistema de control inteligente baasado en el internet de las cosas IoT y en algoritmos de aprendizaje automático es posible mejorar la eficiencia del crecimiento de los cultivos, optimizar el uso de recursos y reducir el desperdicio en invernaderos de acuerdo a las necesidades del tipo de cultivos. Esta iniciativa nace como solución a la ineficiencia de los métodos tradicionales frente a los desafíos del cambio climático. De ahí que la recopilación precisa y el procesamiento de los datos ambientales como temperatura, humedad, Luz, CO₂ e irrigación permitan predecir condiciones futuras para actuar de manera refinada y reducir el impacto ambiental.

En esta misma línea, Ali et al. (2024) en *“Impact of Smart Greenhouse Using IoT for Enhanced Quality of Plant Growth”* demuestra el desarrollo e impacto de un invernadero inteligente que utiliza IoT para mejorar la calidad del crecimiento de las plantas. Para abordar esto, proponen un sistema de control automático basado en lógica difusa, específicamente el método Fuzzy Sugeno, para regular el riego y la iluminación en función de la humedad del suelo, la temperatura ambiente y la intensidad de la luz. A diferencia de Wang y Gong (2024), Ali et al (2024) incorpora pruebas funcionales del equipo que incluyen no solo la lectura de los datos de los sensores sino también el procesamiento de estos por un



microcontroller y la activación de actuadores de las lámpara UV y del buzzer. Los resultados sugieren que las condiciones dentro del invernadero inteligente (control automático) favorecen un mejor crecimiento en comparación con condiciones menos controladas.

A diferencia de las investigaciones anteriores en las cuales los costos de implementación no son mencionados, Volosciuc et al. (2024) en *“GreenLab, an IoT-Based Small-Scale Smart Greenhouse”* presentan un prototipo de invernadero inteligente a pequeña escala basado, de igual manera, en IoT en comunión con sensores, aplicaciones móviles y de paneles fotovoltaicos. Se construyó con un costo total inferior a 200 USD lo que hace de este un sistema accesible y económico. La metodología de investigación sigue una modelo cascada cubriendo requisitos, diseño del sistema, implementación, pruebas y mantenimiento. Este modelo asegura, entonces, no solo un sistema efectivo como hemos corroborado con datos anteriores, sino que garantiza la longevidad del sistema, un paso importante para continuar optimizando la agricultura a pequeña escala.

Por otro lado, en *“Development of IoT Smart Greenhouse System for Hydroponic Gardens”* Austria et al. (2023) proponen un invernadero inteligente para huertos hidropónicos como técnica alternativa para afrontar la disminución de tierras cultivables y el impacto del cambio climático. Mediante la investigación aplicada, los autores diseñaron, construyeron y evaluaron un prototipo que integra sensores para monitorear pH, luz, temperatura y humedad, vinculado a ThingSpeak y controlado por una aplicación móvil hecha con MIT App Inventor. El sistema de monitoreo Smart Greenhouse se probó y evaluó por expertos en jardinería hidropónica y confirmaron la confiabilidad y funcionalidad del prototipo según los criterios de evaluación de la norma ISO 9126. Además, los resultados de las pruebas mostraron que los datos de los sensores se encontraban generalmente dentro de los rangos requeridos para el crecimiento de plantas.



Ahora bien, en México Salazar (2020) a través de su propuesta *“Diseño de un sistema inteligente para el control automatizado de invernaderos”* desarrolla un sistema de control automatizado de invernadero de bajo costo y accesible. Para ello propone el uso de hardware y software de código abierto Arduino. La metodología central se basa en el uso de una placa Arduino Mega 2560 la cual actúa como el microcontrolador principal del sistema. El sistema interactúa con el entorno del invernadero mediante una red de sensores que miden variables ambientales clave como temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, intensidad de luz (luminosidad), presión atmosférica y altitud. Para la monitorización, visualización remota de las variables, configuración de condiciones de control o la ejecución manual de acciones, se desarrolló una aplicación móvil específica para dispositivos Android utilizando la herramienta visual MIT App Inventor. A través de este sistema es posible ejecutar actuadores como gestión del clima y riego, en últimas brinda las mismas oportunidades de optimización para los cultivos que los sistemas inicialmente mencionados.

Ovalle et al. (2023) presentan a través del documento titulado *“Focos de ciencia, tecnología e innovación para el sector agropecuario colombiano”* seis focos que consideran esenciales para impulsar el sector agropecuario. Entre los cuales destacan Agroindustria 4.0, Agrologística, Bioeconomía, Sanidad, Seguridad alimentaria y nutricional, y Sostenibilidad ambiental y cambio climático. Para definir estos focos, realizan un análisis de contexto en el cual detallan el marco político y normativo, la institucionalidad, las tendencias de investigación y la agenda I+D+i. De la misma manera, identifican las limitaciones y proponen estrategias de acción que buscan aprovechar la CTI para mejorar la producción, inocuidad, eficiencia logística, uso de recursos biológicos y la resiliencia ambiental del sector.

Implementar herramientas de agricultura inteligente en Colombia en áreas rurales presenta dificultades de conectividad y limitaciones de inversión. Dado lo anterior, Arregoces-Guerra et al. (2023) en *“Monitoreo de cultivos bajo invernadero utilizando tecnologías 4.0”* exploran un sistema de monitoreo de bajo costo utilizando tecnologías LoRa/LoRaWAN y sensores para capturar variables ambientales. La



metodología se llevó a cabo en el corregimiento de San Cristóbal, Antioquia, una zona con alta producción de hortalizas en invernaderos a pequeña escala. Como conclusión, el trabajo demuestra la viabilidad de implementar tecnologías 4.0 de bajo costo. Aunque se resalta que la simple visualización de datos no es suficiente, si bien la disponibilidad de estos facilita la planificación de estrategias, se debe, así mismo, complementar con asesoramiento técnico.

En otros estudios como *“Sistemas de control y automatización en el aula: Estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias. Innovación, tecnología y creatividad”*, Jaime et al. (2019), proponen el uso de las TIC como estrategia pedagógica para lograr el aprendizaje significativo de las ciencias naturales en estudiantes de noveno a décimo de la Institución Educativa Soledad Román de Nuñez, Bolívar, Colombia. Como metodología se diseñó un invernadero automatizado para la germinación de mangle negro (*Avicennia germinans*), este sistema toma de referencia la ruta del programa ONDAS de Colciencias. Para la ejecución, los estudiantes recibieron asesorías por parte de la Universidad Tecnológica de Bolívar en temas de pensamiento computacional y lenguaje de programación. Entre los resultados, se destaca el rol activo de los estudiantes como investigadores y constructores de su propio conocimiento; el éxito del invernadero al brindar un crecimiento óptimo del mangle negro y la conservación de las condiciones ambientales ideales; así como el desarrollo transversal de competencias no solo en ciencias naturales, sino también en física, tecnología y mecatrónica.

Lorduy y Naranjo (2020) a través de artículo titulado *“Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias”* refuerzan la prometedora relación entre tecnología y ciencias expuesta en líneas anteriores. Esta investigación de tipo cualitativa caracteriza el uso de las TIC en la educación en ciencias naturales y su asociación con contenidos de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). El estudio se llevó a cabo en estudiantes de noveno grado y docentes de la Institución Educativa Ranchería en Córdoba, Colombia. La metodología emplea un enfoque fenomenológico, el cual describe e interpreta la realidad educativa desde las percepciones de los participantes. La investigación se desarrolló



en tres fases: Identificación (revisión curricular y de estándares como MEN, DBA, observación, entrevistas); Descripción (análisis de opiniones docentes vía entrevistas); y Análisis (análisis de aprendizajes estudiantiles, cuadernos, planes de clase, observación mediante diario de campo). Se observó que, aunque predomina la enseñanza tradicional y el uso de TIC es limitado, su incorporación, incluso esporádica, mejoró la motivación, atención y participación de los estudiantes. Sin embargo, la falta de recursos tecnológicos en la institución representa una barrera significativa para una enseñanza continua que integre las ciencias naturales, las TIC y el aprendizaje CTS.

Al respecto, González Abonia y Martínez Casanova (2019) en *“Las ciencias naturales desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: una propuesta reflexiva para el aprendizaje de la química”* abogan por una transformación curricular que fomente la alfabetización científica, la reflexión crítica y la participación ciudadana activa. Los autores postulan que los obstáculos de aprendizaje en el área de química devienen de la dificultad de relacionar los niveles de pensamiento químico. En este sentido, plantean la CTS como herramienta para contextualizar los conceptos dentro de situaciones reales. Lo anterior implica un cambio en los objetivos de aprendizaje, en contenidos del área inclinados hacia la ciencia en sociedad y en las secuencias didácticas orientadas al desarrollo de proyectos. Lo anterior, guiado por la necesidad de formar ciudadanos con habilidades científicas y tecnológicas para la toma de decisiones frente a desafíos sociales y ambientales.

Otros estudios como *“El invernadero como escenario de educación ambiental no formal para la enseñanza de la etnobotánica”* por Pachón-Barbosa et al. (2021) sugieren el uso de invernaderos ya existentes como escenarios educativos para la adquisición de saberes. La metodología empleada es de tipo cualitativo con alcance descriptivo, la cual se dividió en 4 momentos: constitución de la ruta del escenario educativo, contextualización teórica, actividades pedagógicas y socialización de las experiencias. La propuesta se realizó de la mano de estudiantes de básica primaria de la Institución Educativa Francisco de Paula Santander en Duitama, Boyacá. Los resultados obtenidos reflejaron un alto compromiso y



disposición de los estudiantes, la apropiación de saberes sobre las plantas, sus usos medicinales, métodos de conservación y el desarrollo de conciencia ambiental.

Al otro lado del país, Nuñez-Rodriguez et al. (2024) en su artículo *“Formación de competencias investigativas sobre agricultura inteligente en niños campesinos de escuelas rurales colombianas”* exponen el proceso que se llevó a cabo para formar en competencias investigativas a niños y niñas de Básica Primaria de escuela rurales Vulnerables en Norte de Santander, Colombia. El objetivo principal fue capacitar a los agricultores del futuro en tecnologías emergentes. La metodología se basó en el Programa Ondas del Ministerio de Ciencias en comunión con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la herramienta Design Thinking. El proyecto se dividió en tres fases: diagnóstico, formación teórica-práctica en tecnologías como drones, plataformas climáticas y marketing digital, y la creación de 58 prototipos de soluciones agrícolas. La investigación subraya que la formación en agricultura inteligente en escuelas rurales es una estrategia viable para promover el arraigo rural, mejorar la calidad de vida y lograr la producción sostenible, pero requiere transformaciones estructurales en las políticas de educación rural, formación docente, infraestructura tecnológica y diseño curricular.

En esta línea, De-Armas-Costa et al. (2023) en *“Estrategia de acompañamiento para la apropiación social de nuevas tecnologías en comunidades productoras de gulupas en Colombia”* ejemplifica cómo podría ser aplicada la estrategia de acompañamiento para integrar saberes tradicionales con conocimientos científicos y tecnológicos actuales. La propuesta se llevó a cabo en comunidades productoras de gulupa en municipios de Cundinamarca, Colombia. La estrategia se basa en los conceptos de práctica social, apropiación social de la ciencia y la tecnología débil (ASCyTD) y apropiación social de la ciencia y la tecnología fuerte (ASCyTF). La tecnología de apropiación se basó en el análisis de imágenes tipo RGB para determinar tres estados de maduración (2, 3 y 4) según el color de la cáscara de la fruta. El estudio concluye que los campesinos están a favor del uso de las tecnologías, sin embargo, la práctica actual de cosecha sigue basándose predominantemente en el "tanteo" (dureza, peso, tamaño) y la



"vista" (colores); se espera que la estrategia contribuya a la modernización de las prácticas agrícolas locales a largo plazo.

Cohen-Manrique et al. (2020) en *“Control de riego en cultivos de ahuyama en Sincelejo, Sucre (Colombia) gestionados a través del Internet de las Cosas”* propenden por la instalación de un sistema de riego automático con el fin de optimizar el recurso hídrico en una región con aridez severa. La metodología empleada se basa en un sistema de adquisición de datos en tiempo real, un controlador PID sintonizado y sensores inalámbricos conectados a la nube para monitorear variables de suelo y microclima. Mientras que la adquisición y el control de los datos se realizan mediante una tarjeta Intel Galileo® Gen 2, la información se almacena en la nube utilizando la plataforma ThinkSpeak. El estudio concluye que la combinación de sistemas de control tradicionales como el PID con tecnologías IoT es una estrategia válida y eficiente para la agricultura de precisión, logrando bajos porcentajes de error, optimización del uso hídrico y costos bajos de implementación.

Por último, cabe examinar el estado de Colombia en relación a la implementación de tecnologías digitales en el sector agrícola. Ojeda-Beltran (2022) en *“Plataformas tecnológicas en la Agricultura 4.0: Una mirada al desarrollo en Colombia”* explora e identifica las características principales de las plataformas tecnológicas relacionadas con la agricultura, específicamente aquellas puestas a disposición por AGROSAVIA. La revisión se realiza desde el método inductivo dado que permite crear un nexo entre teoría y observación. Los resultados presentan primero el marco de la Agricultura 4.0, también conocida como Agricultura Digital o Smart Farming; y, en segundo lugar, se detallan tres plataformas tecnológicas de AGROSAVIA (ViMaZ, HornillApp Y Sistema Iraka). Las conclusiones resaltan beneficios de las PT como la visualización de información relacionada a clima, suelo, cultivos, aguas; la ayuda a usuarios sin conocimientos especializados en ingeniería y el suministro de información acerca de suelos y su idoneidad para cultivos específicos.



Los documentos anteriores exponen un variado abanico de posibilidades y oportunidades que brinda la tecnología para impulsar la agricultura y sobre todo la identidad para implementarla de manera exitosa en la enseñanza de las ciencias naturales, química, física, electrónica y tecnología. El objetivo de este apartado se cumple al localizar investigaciones de calidad en cuanto a metodologías y resultados se refiere. Cabe resaltar la importancia de las políticas públicas y la I+D+i para superar obstáculos como la falta de infraestructura, la conectividad y el financiamiento especialmente para pequeños agricultores y escuelas rurales.

Marco teórico

El abordaje de las estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales es trascendental porque pueden favorecer el desarrollo del pensamiento científico. De acuerdo a Koerber y Osterhaus (2019), el pensamiento científico es un proceso acumulativo de búsqueda intencional de contenido. Según Furman (2016), el pensamiento científico combina componentes cognitivos y socioemocionales como la objetividad, curiosidad, flexibilidad y capacidad de colaborar. Por consiguiente, se deduce que el pensamiento científico es un modo de razonamiento lógico y reflexión originado de la ciencia moderna.

Diseñar estrategias pedagógicas en colegios de zona rural fomenta varios aspectos cruciales para el desarrollo integral de los estudiantes y la comunidad, mejora la calidad educativa, promueve el arraigo y el desarrollo local, fomenta la participación comunitaria, reduce la brecha educativa y la desigualdad impulsando a las familias a crear proyectos innovadores para su supervivencia.

Las Ciencias Naturales están diseñadas para aprender viendo, haciendo, indagando y demostrando, es por esto que cambiar su método enseñanza-aprendizaje es un reto, Hacer uso de buenas prácticas agrícolas por medio de la interdisciplinariedad es espacio creados para la enseñanza siempre serán una estrategia motivadora, Aprender a manejar software diseñados para controlar variables en proyectos



científicos, realizar pruebas mediciones y análisis de datos y automatizar construye el pensamiento científico.

Es por esto que los proyectos que nos han impulsado a conocer conceptualmente y experimentalmente en que debo basarme para la implementación de un invernadero Bioclimático como estrategia pedagógica son:

- ✓ *Eco invernadero escolar didáctico como recurso para lograr aprendizajes significativos. (Lima – Perú 2018).*

Trabajo Académico para optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en Gestión Escolar con Liderazgo Pedagógico. La práctica Eco invernadero escolar didáctico como recurso para lograr Aprendizajes Significativos se implementó con el objetivo de desarrollar aprendizajes contextualizados en un ambiente agradable y acogedor, fuera del aula, donde los estudiantes aprenden de manera directa y en situaciones reales con los productos que ofrece el invernadero asimismo fortalecer las capacidades interdisciplinarias de los estudiantes, evaluar la influencia de este tipo de proyecto en el logro de aprendizajes significativos y cultura ambiental, sobre todo cuando este tipo de proyectos son implementados en la Institución Educativa de zona rural, con necesidades innumerables y afectadas por factores climáticos, socioeconómicos que influye de manera directa en la convivencia y el aprendizaje de los estudiantes. La propuesta surge frente a diversas problemáticas detectadas: bajos logros de aprendizaje, escasa participación estudiantil, prácticas docentes tradicionales, carencias socioeconómicas, limitadas oportunidades de acceso a recursos educativos y un entorno ambiental afectado por el uso de agroquímicos. Ante esta realidad, se plantea el eco-invernadero como un espacio pedagógico alternativo que permite desarrollar aprendizajes contextualizados, activos y significativos.



El proyecto se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, que enfatiza la relación entre conocimientos previos y nueva información; en el uso de recursos didácticos como mediadores del aprendizaje; y en experiencias previas de huertos escolares como herramientas de educación ambiental y trabajo colaborativo. Se concibe el eco-invernadero como un ambiente controlado que favorece la experimentación directa, la observación y el trabajo práctico interdisciplinario.

Entre los principales logros obtenidos destacan:

- Mejoras en los aprendizajes en diversas áreas curriculares mediante metodologías activas.
- Incremento de la motivación estudiantil, la participación y la comunicación.
- Desarrollo de competencias ambientales y construcción de una cultura ecológica escolar.
- Fortalecimiento del clima institucional gracias al trabajo colaborativo entre docentes, estudiantes, directivos y familias.
- Mejoras en la dieta alimentaria, incorporando productos del invernadero en el programa de alimentación escolar.
- Proyección comunitaria, compartiendo la experiencia con otras instituciones de la zona.

En conjunto, la buena práctica evidencia que la creación de ambientes de aprendizaje contextualizados y sostenibles contribuye significativamente al desarrollo integral del estudiante y a la mejora de la calidad educativa, especialmente en contextos rurales.



✓ *El vivero escolar como estrategia pedagógica. (2024).*

Los viveros escolares se han consolidado en los últimos años como una estrategia pedagógica innovadora dentro de la educación ambiental en Latinoamérica. Más allá de ser espacios destinados a la reproducción y cuidado de especies vegetales, se han convertido en escenarios formativos donde los estudiantes desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes vinculadas con la sostenibilidad y la relación responsable con el entorno. La literatura revisada entre 2019 y 2024 evidencia que estos espacios permiten articular de manera efectiva la teoría con la práctica, favoreciendo un aprendizaje activo, significativo y contextualizado en la educación secundaria.

Diversos estudios destacan que los viveros escolares promueven competencias ambientales, científicas, comunicativas y socioemocionales, al involucrar a los estudiantes en actividades de siembra, observación, indagación y cuidado de plantas. Asimismo, fomentan valores como la responsabilidad, el trabajo colaborativo, la paciencia y el respeto por la naturaleza. Su implementación se alinea con los principios del constructivismo, que enfatiza la importancia de la experiencia directa y la construcción activa del conocimiento.

En Latinoamérica, la investigación reciente identifica dos tendencias principales:

1. El fomento de la conciencia ambiental.

2. El desarrollo de competencias en diversas áreas, especialmente ciencias naturales, matemáticas y ciencias sociales, lo que demuestra su versatilidad como recurso pedagógico.



Sin embargo, la incorporación de los viveros escolares enfrenta desafíos significativos. Entre ellos se encuentran: la limitada producción científica en la región, la escasez de recursos económicos y de infraestructura, la falta de formación docente en pedagogías activas y la persistencia de currículos centrados en contenidos teóricos que dificultan la integración de experiencias prácticas. Además, persiste la necesidad de investigaciones que evalúen el impacto a largo plazo de estos espacios en la formación de actitudes ambientales duraderas y en su contribución al cambio climático desde la educación.

A pesar de estas limitaciones, los estudios coinciden en que los viveros escolares tienen un gran potencial para transformar las instituciones educativas en comunidades de aprendizaje sostenibles. Constituyen escenarios que integran la educación ambiental con procesos de investigación escolar, permitiendo a los estudiantes comprender la relación entre el ser humano y los recursos naturales, a la vez que desarrollan capacidades para actuar de manera consciente y responsable.

Este cuerpo de evidencia resalta la importancia de continuar investigando cómo incluir de forma efectiva los viveros escolares en el currículo, así como fortalecer la formación docente y diseñar orientaciones pedagógicas que favorezcan su uso. En síntesis, los viveros escolares se posicionan como herramientas educativas de alto valor para promover la conciencia ambiental y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible en el ámbito escolar.



- ✓ *Diseño y construcción de un invernadero a escala con climatización, para el laboratorio de termodinámica de ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito Ecuador. (Palacios, 2010).*

Tesis previa a la obtención del título de ingeniero mecánico de la UPS en el año 2010. Se sustenta en la inexistencia un sistema termodinámico unificado de aire acondicionado (refrigeración) y de calefacción (transferencia de calor). Se plantea el diseño y construcción de un invernadero a escala con climatización para el laboratorio de termodinámica de Ingeniería Mecánica de la UPS, donde se pueda realizar pruebas, mediciones, análisis, y toma de decisiones con respecto a las diferentes variables que intervienen dentro de un proceso termodinámico; aportando criterios aprendidos durante la carrera y vincular la teoría con la práctica. Se calcula las cargas de flujo de calor, cambios de aire, carga del producto y cargas varias en las cuales intervienen: cargas por alumbrado, cargas por ventiladores y cargas por personas. Posteriormente se realiza un estudio psicométrico del aire del invernadero. Para la climatización del invernadero a escala de laboratorio se utiliza un micro controlador PIC18F2550 y un sensor DC SS500. Se realiza el diseño del software y del firmware para el micro controlador PIC18F2550, así como el software para el desarrollo de la interfaz gráfica para el Computador.

- ✓ *Construcción de una estrategia educativa para la vinculación del área de tecnología e informática, con la visita a la granja pedagógica y productiva Altamira para el primer ciclo de educación. (Sánchez & Alvarado, 2010).*



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Trabajo de grado desarrollado en la Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá, para optar por el título de Licenciado en Diseño Tecnológico con énfasis en Sistemas Mecánicos y Licenciado en Electrónica en el año de 2010. Por medio de la metodología de investigación cualitativa, se realiza un estudio de caso alrededor de La Visita a la Granja Pedagógica y Productiva Altamira, en donde nace una estrategia que le brinda al docente de primer ciclo de educación, un modelo teórico de intervención pedagógica que concreta esta experiencia extraescolar, con algunos de los ejes temáticos propuestos en la matriz del Departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional - Diseño Tecnológico (DTE); teniendo en cuenta además, algunas orientaciones para la Educación en Tecnología que ofrece el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Surge una estrategia didáctica concreta que permite abordar la Educación en Tecnología a través de un entorno extraescolar, mediante recursos didácticos (creados y adaptados) y de temáticas que reflejan el interés de pequeños entre edades de 6 a 8 años del Colegio García Herreros. Como producto material de la estrategia.

✓ *Implementación de un invernadero en una escuela rural de Melipilla (2017).*

Trabajo de grado desarrollado en la Universidad Academia de Humanismo Cristiano para optar por el título de Pedagogía en Educación básica en el año 2017. Busca conocer la importancia del entorno natural y los recursos que se pueden obtener al implementar un invernadero en una escuela rural de la comuna de Melipilla, Identificando los aprendizajes generados en los estudiantes de primero básico, Fortaleciendo el aprendizaje en la asignatura de Ciencias Naturales a través de la exploración y experimentación. La tesis analiza la implementación de un invernadero escolar como estrategia pedagógica para



fortalecer el aprendizaje de las Ciencias Naturales en un contexto rural de la comuna de Melipilla. La propuesta surge de la necesidad de ofrecer a los estudiantes experiencias prácticas, significativas y contextualizadas, que les permitan desarrollar habilidades científicas como observación, análisis, razonamiento y trabajo colaborativo. Desde el enfoque pedagógico constructivista, el aprendizaje práctico y experimental se concibe como un medio para que los estudiantes comprendan de manera autónoma su relación con el entorno natural. Un invernadero escolar se presenta como un recurso educativo transversal, capaz de integrarse a diferentes áreas del currículo y de fomentar valores como responsabilidad, cooperación y sentido de pertenencia. El diagnóstico contextual muestra una escuela rural organizada, con redes de apoyo comunitario, programas institucionales (PIE, SEP, JUNAEB) y una matrícula diversa. Las características territoriales y socioeconómicas del sector, basado en actividades agrícolas y ganaderas, justifican aún más la pertinencia de un proyecto ligado al cultivo y al contacto directo con la naturaleza.

La metodología del proyecto se estructura en etapas de preparación, coordinación, planificación, ejecución y evaluación, involucrando activamente a directivos, docentes, estudiantes y apoderados. Se plantea el proyecto como un proceso colaborativo donde se diseñan tareas, se organizan equipos de trabajo, se gestiona la construcción del invernadero y se evalúa su impacto pedagógico. La participación familiar y comunitaria resulta central para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

La finalidad del invernadero escolar es potenciar el aprendizaje mediante el cultivo de hortalizas y plantas de ciclo corto, permitiendo que los estudiantes observen procesos



biológicos en tiempo real dentro de un ambiente protegido. Entre las ventajas destacan la posibilidad de anticipar y mejorar la cosecha, obtener productos de mayor calidad y trabajar con condiciones controladas que facilitan la experimentación y la comprensión de fenómenos como la germinación, el crecimiento vegetal, las necesidades de temperatura y los factores ambientales que afectan a las plantas. Además, el uso de invernaderos permite prolongar los períodos de cultivo, asegurar la producción frente a factores climáticos adversos y generar aprendizajes significativos vinculados a la vida cotidiana.

En conjunto, la investigación concluye que la implementación de un invernadero en una escuela rural favorece el desarrollo de competencias científicas desde edades tempranas, mejora el vínculo de los estudiantes con el entorno natural y constituye una estrategia pedagógica integradora capaz de enriquecer el currículo escolar mediante experiencias concretas de exploración y experimentación.

Marco conceptual

La implementación de un invernadero bioclimático en el colegio rural de Simacota integra principios de Estrategia, didáctica, Pensamiento Científico, Invernadero bioclimático y sostenibilidad. Este marco conceptual describe los elementos fundamentales que sustentan el proyecto, sus objetivos y el impacto esperado.

- ✓ **Didáctica:** Las didácticas se ocupan de los saberes y las disciplinas propias, en este caso de las ciencias naturales; "La definición literal de Didáctica en su doble raíz docere: enseñar y discere: aprender, corresponde con la evolución de dos vocablos esenciales" (Medina y Mata, 2009, p. 6); las actividades de enseñanza y aprendizaje se nutren de la interacción entre los estudiantes y el docente. Medina y Mata (2009) mencionan que la



didáctica requiere un proceso reflexivo-comprensivo en el que los modelos teóricos aplicados posibiliten la comprensión de las temáticas, para lograr de esta forma construcción de nuevos aprendizajes cognitivos. En ciencias naturales, las estrategias de aprendizaje más utilizadas son los aprendizajes basados en proyectos; los aprendizajes basados en la representación de la información, como mapas mentales, mapas conceptuales, V de Gowin, pedagogía conceptual y mentefactos; los aprendizajes basados en el estudio de casos, en el análisis de la información y conocimiento; y, uno reciente, los aprendizajes en redes colaborativas digitales.

- ✓ **Pensamiento Científico:** Los educadores participantes de los grupos focales coincidieron en que, el pensamiento científico “es el producto del proceso de pensar y analizar de la mente, aquello traído a la realidad por medio de la intelectualidad, donde se considera ciertos aspectos como la observación, la experimentación y la resolución de problemas”. Uno de los docentes participantes en este estudio agregó que “es la interpretación de lo que se observa en el mundo y las leyes que lo rigen. El pensamiento, por su parte, es el producto de la mente, aquello traído a la existencia por medio de la actividad intelectual”. De esta forma, se comparte el criterio de Koerber y Osterhaus (2019) donde se afirma que el pensamiento científico es un proceso cíclico y acumulativo de búsqueda intencional de contenido. Además, según Furman (2016), este pensamiento es la combinación de componentes como los cognitivos. Se deduce que el pensamiento científico es un proceso cognitivo, producto del pensar y analizar de la mente; por ello, se lo califica como la capacidad de identificar, analizar, evaluar, clasificar e interpretar la realidad circundante.
- ✓ **Estrategia:** En el proceso investigativo se logró recopilar información con la aplicación de la técnica de grupo focal a los docentes de la Unidad Educativa “La Unión siglo XXI”.



Los datos recopilados permitieron conocer las estrategias didácticas aplicadas por los profesores. Se destacan persuadir a la investigación sobre personajes importantes, promover el conocimiento y la curiosidad, ejercitar la capacidad deductiva, motivar e incentivar a los estudiantes a crear su propio autoaprendizaje. Hay que denotar que la enseñanza de las ciencias es un proceso desarrollado en un contexto formativo en el que el docente tiene un rol fundamental. Según Fernández y González (2017), el docente mediante la aplicabilidad de estrategias didácticas, motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje, a interesarse en la problemática del entorno, a la reflexión y a proponer soluciones ante problemáticas. De esta forma, el profesor de ciencias naturales debe siempre despertar el interés de los educandos por aprender en ambientes innovadores, activos y dinámicos, debiendo aplicar estrategias para activar el desarrollo del pensamiento científico.

- ✓ **Invernadero:** El uso de invernaderos para la producción agrícola es un técnica ampliamente desarrollada y utilizada en todo el mundo, razón por la cual existe una gran cantidad de estructuras que varían en forma, tamaño, tipo de material y nivel tecnológico (Rodríguez & Velázquez, 2019). En Colombia, así como en otros países de la región latinoamericana y el Caribe, predominan los invernaderos de tipo pasivo, los cuales limitan el control del microclima a la eficiencia de la ventilación natural (Villagrán & Bojacá, 2019). En el contexto local, uno de los grandes desafíos ha sido la búsqueda de diseños de invernadero adaptados a las condiciones climáticas locales, de modo que sean una opción alternativa al diseño del invernadero típico tradicional colombiano, cuya estructura fue desarrollada para la producción de flores de corte y cultivos ornamentales, y bajo las condiciones del trópico alto andino, en el que predominan los climas fríos y húmedos (Díaz et al., 2018).



Marco legal y normativo

Este proyecto se enmarca en un conjunto de disposiciones legales y normativas de orden nacional e internacional que sustentan la integración de estrategias pedagógicas innovadoras en la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental. El diseño e implementación de un prototipo de invernadero bioclimático como herramienta didáctica responde a los lineamientos establecidos por el marco constitucional colombiano, la legislación educativa y ambiental vigente, así como los compromisos internacionales en materia de desarrollo sostenible y educación de calidad que se presentan a continuación, organizadas de manera normográfica:

Tabla 2.

Normatividad que sustenta el proyecto de invernadero bioclimático

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículo(s) que aplican	Aplicabilidad para el proyecto
Constitución Política de Colombia	1991	Establece el derecho a la educación, la protección del medio ambiente y el deber del Estado de promover el acceso al conocimiento, la ciencia y la tecnología.	Art. 67, 79, 80	Fundamenta el derecho a una educación de calidad vinculada con la protección ambiental y el acceso a la ciencia y la tecnología, principios que sustentan el diseño del invernadero bioclimático como estrategia pedagógica.
Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación)	1994	Establece los principios, fines y organización del sistema educativo colombiano,	Art. 5 (núm. 10), 14 (lit. c), 23, 77	Establece la educación ambiental como área obligatoria y la autonomía



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

		incluyendo la formación en ciencias naturales y educación ambiental.		institucional para desarrollar proyectos pedagógicos innovadores como el invernadero bioclimático, articulando ciencia, tecnología y medio ambiente.
Ley 99 de 1993 (Ley del Medio Ambiente)	1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y establece los principios generales de la política ambiental colombiana.	Art. 1, 3, 65	Sustenta la integración de principios de sostenibilidad y protección ambiental en el ámbito educativo, respaldando el uso del invernadero como herramienta para la formación en prácticas agrícolas sostenibles.
Decreto 1743 de 1994	1994	Reglamenta los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) como estrategia para la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo.	Todo el decreto	Proporciona el marco para articular el invernadero bioclimático como componente del PRAE institucional, integrando la educación ambiental de manera transversal en las ciencias naturales.
Ley 1549 de 2012	2012	Fortalece la institucionalización de la Política Nacional de Educación	Art. 1, 2, 7, 8	Refuerza la obligatoriedad de incluir la educación ambiental en todos



		Ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial.		los niveles educativos, legitimando proyectos como el invernadero bioclimático que articulan pedagogía, ciencia y sostenibilidad ambiental.
Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2004)	2004	Define las competencias que los estudiantes deben desarrollar en ciencias naturales, incluyendo el pensamiento científico y la indagación.	Estándares de 6° a 11°	Orienta el diseño de las actividades pedagógicas del invernadero hacia el desarrollo de competencias científicas como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de datos.
Derechos Básicos de Aprendizaje – DBA en Ciencias Naturales (MEN, 2016)	2016	Establece los aprendizajes estructurantes que los estudiantes deben alcanzar en cada grado escolar en el área de ciencias naturales.	DBA de grados 6° a 11°	Permite alinear las actividades experimentales desarrolladas en el invernadero bioclimático con los aprendizajes específicos esperados en cada grado, garantizando la coherencia curricular del proyecto.
Ley 1876 de 2017 (SNIA)	2017	Crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria para promover la investigación, el	Art. 1, 2, 3, 24	Respalda la implementación de tecnologías innovadoras como el invernadero bioclimático en



		desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento en el sector agropecuario.		contextos rurales educativos, fomentando la articulación entre innovación agrícola y formación escolar.
Resolución 0549 de 2015 (MinVivienda)	2015	Establece lineamientos de construcción sostenible que incluyen criterios de eficiencia energética, aprovechamiento de recursos naturales y reducción de impacto ambiental.	Capítulos II y III	Proporciona principios técnicos de diseño bioclimático aplicables al prototipo de invernadero, incluyendo el aprovechamiento de la radiación solar, la ventilación natural y el uso eficiente de recursos hídricos.
Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS (ONU, 2015)	2015	Agenda global que establece 17 objetivos para el desarrollo sostenible, incluyendo educación de calidad, acción por el clima y producción responsable.	ODS 4, 12, 13, 15	Alinea el proyecto con compromisos internacionales de educación de calidad (ODS 4), producción y consumo responsables (ODS 12), acción por el clima (ODS 13) y vida de ecosistemas terrestres (ODS 15).

Nota. Elaboración propia (2026).

En síntesis, el marco legal y normativo presentado demuestra que el proyecto de implementación de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica encuentra un respaldo sólido en



la legislación colombiana. Desde la Constitución Política hasta los lineamientos curriculares específicos, existe una coherencia normativa que favorece la integración de la educación ambiental, la innovación pedagógica y el desarrollo de competencias científicas en los contextos escolares rurales, como el del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo en Simacota, Santander

Marco de trabajo creativo y de innovación

El proyecto se desarrolla bajo el enfoque metodológico de Design Thinking, entendido como un marco de trabajo creativo y de innovación centrado en las necesidades de los usuarios, la resolución de problemas reales y la construcción de soluciones contextualizadas e innovadoras. Este modelo resulta pertinente para proyectos de tecnología e innovación educativa debido a que promueve procesos colaborativos, reflexivos y experimentales orientados a transformar los ambientes de aprendizaje.

El Design Thinking permite abordar problemáticas educativas desde una perspectiva humana, flexible e interdisciplinaria, articulando creatividad, sostenibilidad, pensamiento crítico y construcción colectiva del conocimiento. En este proyecto, la metodología se orienta a responder las necesidades del contexto rural del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, donde existen limitaciones relacionadas con infraestructura tecnológica, acceso a laboratorios, recursos didácticos y espacios adecuados para la experimentación científica.

El marco de trabajo se estructura en cinco fases fundamentales: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar. Estas etapas permiten comprender la realidad educativa, diseñar soluciones innovadoras y construir una propuesta pedagógica contextualizada basada en un invernadero bioclimático como laboratorio vivo de aprendizaje.



Fase 1. Empatizar

La primera fase consistió en comprender las necesidades, problemáticas y características del contexto educativo rural donde se desarrolla el proyecto. Para ello, se realizó un diagnóstico institucional mediante observación del entorno escolar, revisión documental y aplicación de encuestas dirigidas a estudiantes de grado 11° y docentes del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Durante esta etapa se identificaron dificultades relacionadas con:

- Escasos recursos didácticos
- Limitaciones de infraestructura para prácticas experimentales
- Enseñanza tradicional centrada en contenidos teóricos
- Baja implementación de estrategias innovadoras y
- Poca integración entre teoría y práctica.

Asimismo, se reconocieron fortalezas propias del contexto rural, como el conocimiento empírico de los estudiantes sobre agricultura, sostenibilidad y trabajo con cultivos, elementos que representan una oportunidad pedagógica significativa para el desarrollo del proyecto. Esta fase permitió centrar el proceso de innovación en las necesidades reales de la comunidad educativa.

Fase 2. Definir

En esta etapa se analizó la información obtenida durante el diagnóstico con el propósito de delimitar el problema educativo y establecer los objetivos del proyecto. Se identificó que una de las



principales necesidades institucionales corresponde a la falta de ambientes de aprendizaje prácticos que permitan fortalecer el aprendizaje significativo y el pensamiento científico en Ciencias Naturales.

A partir de ello, se formuló como reto de innovación el diseño de una estrategia pedagógica basada en un prototipo de invernadero bioclimático que integrara:

- Sostenibilidad ambiental
- Aprendizaje experiencial
- Educación STEM y
- Prácticas experimentales contextualizadas.

La definición del problema permitió orientar el proyecto hacia la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante metodologías activas y el fortalecimiento de competencias científicas y ambientales.

Fase 3. Idear

La fase de ideación estuvo enfocada en la generación de alternativas creativas para responder a la problemática identificada. Durante este proceso se analizaron diferentes estrategias pedagógicas relacionadas con:

- Huertas escolares
- Actividades experimentales con materiales reciclables
- Laboratorios vivos
- Uso de tecnologías educativas y
- Construcción de prototipos sostenibles.



Como resultado de esta fase, se seleccionó la propuesta del invernadero bioclimático debido a su capacidad para integrar conocimientos de biología, química, física, sostenibilidad y agroindustria en un mismo espacio de aprendizaje.

Además, se planteó la elaboración de:

- Un manual del usuario
- Secuencias didácticas
- Actividades ABP y
- Estrategias de aprendizaje vivencial.

Con el fin de garantizar la apropiación pedagógica de la propuesta y facilitar su implementación en el contexto escolar rural.

Fase 4. Prototipar

En esta etapa se diseñó el prototipo conceptual del invernadero bioclimático considerando principios de sostenibilidad, ventilación pasiva, aprovechamiento de recursos naturales y utilización de materiales accesibles para el contexto institucional.

El prototipo fue concebido no solo como una estructura física, sino como un ambiente pedagógico innovador orientado a:

- La observación científica
- La experimentación
- El monitoreo ambiental y
- El aprendizaje interdisciplinario.



De manera complementaria, se desarrolló un manual del usuario con orientaciones técnicas y pedagógicas para su uso en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Asimismo, se formularon actividades didácticas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), promoviendo la participación activa de los estudiantes y la resolución de problemas reales del entorno.

Esta fase permitió materializar la idea innovadora mediante recursos prácticos, contextualizados y adaptables a las condiciones rurales de la institución.

Fase 5. Evaluar y validar

La fase de evaluación se orientó a valorar la pertinencia pedagógica y la viabilidad de la propuesta mediante procesos de revisión, análisis y validación de los componentes diseñados. Para ello, se establecieron indicadores relacionados con:

- Pertinencia pedagógica
- Integración curricular
- Sostenibilidad
- Fortalecimiento de competencias científicas y
- Aprendizaje significativo.

Igualmente, se contempló la sistematización de experiencias, el análisis de la participación estudiantil y la valoración del potencial del invernadero bioclimático como estrategia de innovación educativa en contextos rurales.

El enfoque Design Thinking permitió comprender que la innovación educativa no depende exclusivamente de tecnologías avanzadas, sino de la capacidad de diseñar soluciones creativas, pertinentes y sostenibles centradas en las necesidades de la comunidad educativa. En este sentido, el proyecto



fortalece procesos de enseñanza-aprendizaje activos y contextualizados, promoviendo la construcción de conocimiento científico desde la experiencia, la sostenibilidad y la transformación del entorno escolar.

Marco metodológico

Enfoque de investigación

El proyecto se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, el cual, según Hernández-Sampieri et al. (2018), se centra en comprender los fenómenos desde la perspectiva de los participantes en su contexto natural, profundizando en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados. Este enfoque resulta pertinente para la presente investigación dado que se busca comprender cómo influye la implementación de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica en el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo.

El enfoque cualitativo permite captar la complejidad de los procesos educativos que se desarrollan en el aula y fuera de ella, valorando las interacciones entre docentes y estudiantes, las percepciones sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales, y las transformaciones que genera la incorporación de estrategias pedagógicas innovadoras y vivenciales. Como señala Creswell (2014), la investigación cualitativa es particularmente adecuada cuando se pretende explorar un fenómeno poco estudiado o cuando se requiere una comprensión profunda de los significados que los actores atribuyen a sus experiencias educativas.

Tipo de investigación

La investigación se enmarca en el tipo de Investigación-Acción, la cual, de acuerdo con Elliott (1993), constituye un proceso de reflexión sistemática sobre la práctica educativa con el fin de mejorarla. La Investigación-Acción se caracteriza por su carácter participativo, reflexivo y transformador, en el que



los docentes-investigadores se convierten en agentes activos de cambio dentro de su propia práctica pedagógica.

Kemmis y McTaggart (1988) definen la Investigación-Acción como una forma de indagación autorreflexiva que emprenden los participantes en situaciones sociales para mejorar la racionalidad y justicia de sus propias prácticas, su comprensión de las mismas y las situaciones en las que se realizan. Este tipo de investigación es coherente con el propósito del proyecto, pues busca no solo comprender la realidad educativa del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, sino transformarla a través del diseño e implementación de una estrategia pedagógica innovadora fundamentada en el invernadero bioclimático.

La Investigación-Acción se desarrolla en ciclos iterativos de planificación, acción, observación y reflexión, lo que permite ajustar y mejorar continuamente la propuesta pedagógica a partir de la experiencia y los hallazgos obtenidos durante el proceso (Latorre, 2005). Este carácter cíclico garantiza que el proyecto responda de manera flexible y pertinente a las necesidades reales del contexto educativo.

Diseño de la investigación

El diseño investigativo corresponde a un estudio de caso, entendido como una estrategia metodológica que permite analizar en profundidad un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes (Yin, 2018). En este proyecto, el caso se circunscribe al Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo de Simacota, Santander, y específicamente a los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en el grado once.

Según Stake (1999), el estudio de caso permite una comprensión holística y contextualizada de la realidad investigada, lo cual resulta fundamental para un proyecto que se desarrolla en un contexto rural con características socioculturales, geográficas y educativas particulares. El estudio de caso posibilita



describir, interpretar y comprender cómo la implementación del invernadero bioclimático incide en las prácticas pedagógicas y en el desarrollo de competencias científicas de los estudiantes participantes.

Línea de investigación

El proyecto se inscribe en la línea de investigación de Innovación, específicamente en la sublínea de Innovación Curricular, Didáctica y Pedagógica de la Maestría en Tecnología e Innovación Educativa de la Universidad Santo Tomás. Esta línea promueve el desarrollo de propuestas educativas transformadoras que integren la innovación pedagógica, la tecnología y la contextualización curricular como ejes fundamentales para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Categorías de análisis

A partir de la Matriz de Coherencia Metodológica, se establecen las siguientes categorías y subcategorías de análisis que orientan la recolección y el análisis de la información:

- ✓ Categoría 1: Contexto educativo y recursos didácticos. Subcategoría: Recursos, medios didácticos y estrategias pedagógicas. Esta categoría se asocia con el primer objetivo específico y busca caracterizar el estado actual del contexto educativo, las estrategias pedagógicas empleadas y los recursos didácticos disponibles en el área de Ciencias Naturales y educación ambiental, desde la percepción de estudiantes y docentes.
- ✓ Categoría 2: Componente pedagógico del manual del usuario. Subcategoría: Estrategias pedagógicas y didácticas en Ciencias Naturales. Categoría adicional: Diseño del prototipo del invernadero. Subcategoría: Estructura y materiales del prototipo y principios bioclimáticos. Estas categorías se asocian con el segundo objetivo específico y orientan el diseño del prototipo y del manual del usuario como estrategia pedagógica.



- ✓ Categoría 3: Estrategias didácticas y metodológicas. Subcategorías: Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Evaluación del aprendizaje vivencial, Sistematización de experiencias. Esta categoría se vincula con el tercer objetivo específico y orienta la formulación de la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento del invernadero bioclimático.

Población y muestra

La población objeto de estudio está conformada por la comunidad educativa del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, ubicado en la zona rural del Bajo Simacota, departamento de Santander. La institución cuenta con un total de 144 estudiantes en la sede principal, distribuidos desde el grado sexto hasta undécimo, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2. La planta docente está compuesta por diez docentes de aula, una docente PTA, una psicoorientadora y una rectora en cargo.

La muestra es de tipo intencional o por conveniencia, conformada por los estudiantes de grado once del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo y los docentes del área de Ciencias Naturales y educación ambiental. Se selecciona este grupo como muestra dado que, en concordancia con el primer objetivo específico, se busca diagnosticar el contexto educativo a partir de la percepción de los estudiantes de grado once y los docentes. Además, los estudiantes de grado once presentan un nivel de madurez cognitiva que les permite participar activamente en procesos de investigación y reflexión sobre su propio aprendizaje. El muestreo intencional es coherente con el enfoque cualitativo y con la Investigación-Acción, pues permite seleccionar participantes que aporten información rica, profunda y significativa para la comprensión del fenómeno estudiado (Hernández-Sampieri et al., 2018).



Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se seleccionaron en coherencia con los objetivos específicos, las categorías de análisis y el enfoque cualitativo de la investigación. A continuación, se describen los instrumentos previstos:

Encuesta o cuestionario diagnóstico a estudiantes y docentes: Este instrumento se asocia con el primer objetivo específico y con la categoría de Contexto educativo y recursos didácticos. La encuesta permitirá identificar las percepciones de los estudiantes de grado once y de los docentes sobre el estado actual de las estrategias pedagógicas, los recursos didácticos disponibles y las prácticas de enseñanza en el área de Ciencias Naturales y educación ambiental. Se diseñará un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas que permitan recoger información tanto cuantitativa como cualitativa sobre las condiciones del contexto educativo. Según Hernández-Sampieri et al. (2018), la encuesta es un instrumento pertinente en investigaciones mixtas y cualitativas cuando se busca obtener un panorama general de las percepciones de los participantes. El instrumento de recolección de información utilizado en la investigación se encuentra consignado en el Anexo A.

Manual del usuario del prototipo: Este instrumento se vincula con el segundo objetivo específico y con las categorías de Componente pedagógico del manual del usuario y Diseño del prototipo del invernadero. El manual constituirá un producto del proyecto que documenta las orientaciones pedagógicas, técnicas y didácticas para el uso del invernadero bioclimático como estrategia de enseñanza. Incluirá la descripción de la estructura, los materiales, los principios bioclimáticos, así como las estrategias pedagógicas y didácticas recomendadas para la enseñanza de las Ciencias Naturales a través del prototipo. El instrumento manual del usuario del prototipo se encuentra consignado en el Anexo B.

Secuencia didáctica: Este instrumento se asocia con el tercer objetivo específico y con la categoría de Estrategias didácticas y metodológicas. La secuencia didáctica se formulará a partir del manual del



usuario y contemplará actividades fundamentadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la evaluación del aprendizaje vivencial y la sistematización de experiencias. Se diseñará como una guía estructurada de actividades pedagógicas que orienten la construcción y funcionamiento del invernadero bioclimático, articulando contenidos de Ciencias Naturales y educación ambiental con prácticas experimentales contextualizadas. El instrumento secuencia didáctica se encuentra consignado en el Anexo C. Cada uno de los instrumentos corresponden al cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto quienes están descritos en la siguiente matriz:

Tabla 3.

Matriz metodológica del proyecto

Título del proyecto		Diseño de un prototipo de invernadero bioclimático como propuesta pedagógica para la enseñanza de las Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, Simacota (Santander).			
Línea de Investigación		Innovación		Innovación Curricular, Didáctica y pedagógicas	
Metodología	Investigación Cualitativa – Investigación Acción				
Pregunta	Objetivo General	Objetivos Específicos	Categorías	Subcategorías	Instrumentos



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

¿Cómo influye la implementación de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica en el desarrollo de las competencias científicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo Simacota, Santander?	Diseñar de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo Simacota, Santander.	Diagnosticar el contexto educativo, estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de ciencias naturales y educación ambiental, a partir de la percepción de estudiantes grado 11° y docentes.	Contexto educativo y recursos didácticos.	Recursos, medios didácticos y estrategias pedagógicas.	Encuesta o cuestionario a estudiantes y docentes.			
		Proponer el diseño prototipo de un invernadero bioclimático como estrategia pedagógica apoyado en un manual del usuario que oriente su uso como estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales.						
		Formular la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento de un invernadero bioclimático, a partir del manual del usuario para el fortalecimiento del aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental.	Estrategias didácticas y metodológicas	Aprendizaje basado en proyectos (ABP)	Secuencia Didáctica			
		Evaluación del aprendizaje vivencial						
		Sistematización de experiencias						



Nota. La tabla sintetiza la correspondencia entre los objetivos, variables, indicadores e instrumentos metodológicos utilizados en el proyecto, permitiendo una visión global y estructurada del proceso investigativo. Fuente: Elaboración propia (2025).

Validación de instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos serán sometidos a un proceso de validación por juicio de expertos, en el cual profesionales con experiencia en investigación educativa, didáctica de las Ciencias Naturales y metodología de investigación cualitativa revisarán la pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia de cada instrumento en relación con los objetivos y las categorías de análisis del proyecto. Este procedimiento garantiza la validez de contenido de los instrumentos y su adecuación al contexto investigativo (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008). Adicionalmente, se realizará una prueba piloto del cuestionario diagnóstico con un grupo reducido de participantes para verificar la comprensión de los ítems y realizar los ajustes necesarios antes de la aplicación definitiva.

Procesamiento y análisis de datos

El análisis de la información se desarrollará mediante diferentes técnicas de análisis, que permitan identificar, analizar y reportar patrones (temas) dentro de los datos cualitativos. Este proceso seguirá las siguientes fases:

- Primera fase – Familiarización con los datos: Lectura reiterada y organización de las respuestas obtenidas mediante las encuestas, la observación de la implementación del manual del usuario y los registros de la secuencia didáctica, se empleará el software Vosviewer para analizar las encuestas.
- Segunda fase – Codificación inicial: Identificación de códigos emergentes a partir de los datos, relacionados con las categorías y subcategorías de análisis previamente definidas.



- Tercera fase – Búsqueda de temas: Agrupación de los códigos en temas y subtemas que reflejen los patrones identificados en la información recolectada.
- Cuarta fase – Revisión de temas: Verificación de la coherencia interna de los temas identificados y su relación con los datos y con las categorías de análisis.
- Quinta fase – Definición y denominación de temas: Refinamiento de los temas y elaboración de definiciones claras que capturen la esencia de cada patrón identificado.
- Sexta fase – Producción del informe: Redacción del análisis final, articulando los hallazgos con los objetivos del proyecto, el marco teórico y las categorías de análisis.

La triangulación de fuentes (estudiantes, docentes y productos pedagógicos) y de técnicas (encuesta, manual del usuario, secuencia didáctica) garantizará la confiabilidad y validez del análisis, tal como lo recomienda Denzin (1978) para las investigaciones cualitativas. Este proceso permitirá construir una comprensión profunda y rigurosa de cómo el invernadero bioclimático influye en el desarrollo de competencias científicas y en la transformación de las prácticas de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Procedimiento: fases del proyecto

El desarrollo del proyecto se estructura en cuatro fases articuladas con los ciclos de la Investigación-Acción:

Fase 1 – Diagnóstico y planificación: Corresponde al primer objetivo específico. Se aplican las encuestas diagnósticas a estudiantes de grado 11° y docentes para caracterizar el contexto educativo, las estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de Ciencias Naturales. A partir de los hallazgos del diagnóstico, se planifican las acciones subsiguientes.



Fase 2 – Diseño y propuesta: Corresponde al segundo objetivo específico. Se diseña el prototipo del invernadero bioclimático y se elabora el manual del usuario, integrando componentes pedagógicos, didácticos y técnicos que orienten su uso como estrategia de enseñanza de las Ciencias Naturales.

Fase 3 – Formulación de la secuencia didáctica: Corresponde al tercer objetivo específico. Se formula la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento del invernadero bioclimático, articulando el ABP, la evaluación del aprendizaje vivencial y la sistematización de experiencias.

Fase 4 – Reflexión y sistematización: Se sistematizan las experiencias, se analizan los resultados obtenidos a lo largo del proceso y se elaboran las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Producto o resultado esperado

Como productos principales del proyecto se esperan: (a) un diagnóstico del contexto educativo y de los recursos didácticos en Ciencias Naturales del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo; (b) el diseño del prototipo de invernadero bioclimático con su respectivo manual del usuario; y (c) la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento del invernadero como estrategia pedagógica. Estos productos se articulan de manera coherente con los objetivos específicos y contribuyen al cumplimiento del objetivo general de la investigación.

Tabla 4

Matriz de interesados y beneficiarios del proyecto de invernadero bioclimático

Grupo de interesados / beneficiarios	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Estudiantes de grado 11°	Fortalecer el aprendizaje práctico en Ciencias Naturales y educación	Aprender mediante experiencias vivenciales, desarrollar competencia	Falta de experiencia en actividades experimentales, limitaciones tecnológicas y	Comprometido	Implementar actividades ABP, trabajo colaborativo, prácticas experimentales y



	ambiental. Participar en actividades experimentales y sostenibles.	s científicas y participar en proyectos innovadores relacionados con el contexto rural.	baja motivación inicial hacia procesos investigativos.		estrategias motivacionales contextualizadas.
Docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Mejorar las estrategias pedagógicas y fortalecer la enseñanza práctica de las ciencias.	Contar con recursos didácticos innovadores y ambientes de aprendizaje significativos para fortalecer el pensamiento científico.	Limitaciones de infraestructura, tiempo y escasez de materiales didácticos y tecnológicos.	Solidario	Capacitación pedagógica, integración curricular y acompañamiento en el diseño e implementación de la secuencia didáctica.
Directivos institucionales	Fortalecer la calidad educativa y promover proyectos de innovación institucional y ambiental.	Mejorar el impacto del PRAE y fortalecer la imagen institucional mediante proyectos sostenibles.	Limitaciones presupuestales y sostenibilidad del proyecto a largo plazo.	Solidario	Socialización de resultados, articulación con el PEI y gestión de alianzas institucionales.
Comunidad educativa y familias	Promover prácticas sostenibles y fortalecer la formación ambiental de los estudiantes.	Participar en actividades relacionadas con agricultura sostenible y educación ambiental.	Baja participación comunitaria y limitaciones económicas del contexto rural.	Ambivalente	Sensibilización ambiental, participación en actividades escolares y fortalecimiento del trabajo colaborativo.
PRAE institucional	Fortalecer los procesos de educación ambiental y sostenibilidad escolar.	Integrar el invernadero bioclimático como estrategia de apoyo al PRAE y proyectos ambientales escolares.	Escasa articulación curricular y continuidad de las actividades ambientales.	Comprometido	Articulación del proyecto con actividades PRAE, campañas ambientales y secuencias didácticas interdisciplinarias.



SENA y entidades aliadas	Fortalecer competencias técnicas y agroindustriales en los estudiantes.	Vincular procesos de formación técnica con experiencias prácticas y sostenibles.	Limitaciones de recursos y continuidad de acompañamiento técnico.	Solidario	Establecimiento de alianzas estratégicas y apoyo en procesos de formación y orientación técnica.
--------------------------	---	--	---	-----------	--

Nota. La tabla identifica y caracteriza a los principales interesados y beneficiarios del proyecto, especificando su rol, intereses, nivel de influencia y las estrategias propuestas para su participación activa durante las distintas fases de implementación. Fuente: Elaboración propia (2025).

Recursos previstos para la construcción del invernadero a escala real.

A continuación, se describen los materiales requeridos para la construcción del prototipo de invernadero bioclimático, especificando sus características, función dentro de la estructura y criterios de selección.

Tabla 5. *Materiales del prototipo de invernadero bioclimático tipo túnel semicircular*

Material	Especificación técnica	Cantidad	Función dentro de la estructura	Características y ventajas
Tubo PVC presión	PVC hidráulico 1" × 6 m	14	Conformación de arcos principales, columnas y estructura portante	Material liviano, resistente a la humedad, fácil de ensamblar, económico y de rápida instalación
Tubo PVC auxiliar	PVC hidráulico ¾" × 6 m	6	Refuerzos laterales y longitudinales	Flexible, adaptable a estructuras curvas y útil para mejorar estabilidad estructural
Codos PVC	1" presión	12	Unión de esquinas y cambios de dirección	Alta resistencia y facilidad para el ensamblaje seguro de la estructura
Uniones tipo T	PVC 1"	14	Conexión entre elementos horizontales y verticales	Permiten distribución modular y mayor rigidez estructural



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Material	Especificación técnica	Cantidad	Función dentro de la estructura	Características y ventajas
Adaptadores PVC	Uniones varias	10	Acople entre diferentes conexiones	Facilitan mantenimiento, modificaciones y compatibilidad estructural
Pegante PVC	Alta resistencia	1	Fijación permanente de conexiones	Adhesivo impermeable y durable que evita desprendimientos y filtraciones
Abrazaderas plásticas	Industriales UV	2 paquetes	Sujeción de cubierta y refuerzos	Resistentes al sol y humedad, permiten instalación rápida y económica
Tornillos y amarres	Galvanizados	1 kit	Ajuste y fijación de componentes	Resistentes a la corrosión y útiles para mejorar estabilidad y durabilidad
Cable tensor	Nylon o galvanizado	15 m	Refuerzo lateral y superior	Alta resistencia a tensión, reduce movimientos por acción del viento
Estacas metálicas	Anclaje estructural	10	Fijación al terreno	Mejoran estabilidad y resistencia del prototipo
Plástico agrícola UV calibre 6	Cubierta agrícola	45 m ² aprox.	Cubierta principal del invernadero	Material translúcido con protección UV que conserva temperatura y protege cultivos
Polisombra o malla antiinsectos	Polietileno agrícola	12 m ² aprox.	Ventilación lateral y control biológico	Permite circulación de aire, disminuye plagas y reduce exceso de calor
Cinta térmica agrícola	Cinta de fijación UV	2 rollos	Sujeción del plástico agrícola	Alta resistencia climática que evita desprendimiento de la cubierta
Tensores laterales	Nylon o acero	4 unidades aprox.	Refuerzo estructural lateral	Incrementan estabilidad y resistencia frente al viento



Material	Especificación técnica	Cantidad	Función dentro de la estructura	Características y ventajas
Pintura protectora UV	Recubrimiento protector	1 galón	Protección del PVC ante radiación solar	Prolonga la vida útil de la estructura y disminuye deterioro por exposición solar

Nota. Elaboración propia a partir de Castilla (2013), FAO (2021) y Durán Auccatinco et al. (2016).

Presupuesto general de materiales

El costo estimado de los materiales para la construcción del prototipo asciende aproximadamente a \$2.513.500 COP.

Tabla 6.

Presupuesto estimado del invernadero bioclimático tipo túnel semicircular en PVC

Material	Cantidad	Valor unitario aprox.	Valor total
Tubo PVC presión 1" x 6 m	14	\$42.000	\$588.000
Tubo PVC ¾" x 6 m	6	\$28.000	\$168.000
Codos PVC 1"	12	\$3.500	\$42.000
Uniones T PVC 1"	14	\$4.000	\$56.000
Adaptadores PVC	10	\$2.500	\$25.000
Pegante PVC	1	\$55.000	\$55.000
Abrazaderas plásticas	2 paquetes	\$25.000	\$50.000
Tornillos y amarres	1 kit	\$35.000	\$35.000
Madera inmunizada para base	6 tablas	\$38.000	\$228.000
Plástico agrícola UV	45 m ²	\$11.000	\$495.000
Polisombra o malla antiinsectos	12 m ²	\$9.000	\$108.000



Material	Cantidad	Valor unitario aprox.	Valor total
Bisagras para puerta	2	\$12.000	\$24.000
Pasador metálico	1	\$12.000	\$12.000
Cable tensor	15 m	\$2.500	\$37.500
Estacas metálicas	10	\$5.000	\$50.000
Pintura protectora UV	1 galón	\$70.000	\$70.000
Transporte	1	\$120.000	\$120.000
Mano de obra básica	1	\$350.000	\$350.000

Nota. Elaboración propia a partir de cotizaciones comerciales de materiales para construcción de invernaderos agrícolas en Colombia, consultadas en almacenes de ferretería y distribuidores agrícolas durante el año 2026.

Este valor puede variar dependiendo de la disponibilidad de materiales, ubicación geográfica y costos de transporte.

El presupuesto estimado evidencia que la utilización de PVC hidráulico representa una alternativa significativamente más económica, permitiendo reducir los costos de construcción sin afectar el propósito pedagógico del prototipo.

Además, el uso de materiales livianos facilita el montaje participativo, el aprendizaje práctico, la manipulación segura por parte de estudiantes, y la replicabilidad del proyecto en contextos rurales escolares.



Resultados y análisis de resultados

El análisis de resultados se desarrolla en coherencia con los objetivos planteados en el proyecto. En primer lugar, se presentan los hallazgos del diagnóstico inicial, obtenido a través del diagnóstico del contexto educativo, estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de ciencias naturales y educación ambiental, a partir de la percepción de estudiantes grado 11° a través de unas encuestas estructura con preguntas abiertas.

Posteriormente, se expone la propuesta de proponer el diseño prototipo de un invernadero bioclimático como estrategia pedagógica apoyado en un manual del usuario que oriente su uso como estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales y sea un recurso en el aula.

Finalmente, se formula la secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento de un invernadero bioclimático, a partir del manual del usuario para el fortalecimiento del aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental, recurso que contiene el componente de implementación, que describe el proceso de integración del recurso en el aula y que motiva a los docentes a seguir el camino planteado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

Fase 1. Diagnóstico del contexto educativo y de los recursos didácticos

Durante esta fase se aplicaron encuestas abiertas dirigidas a estudiantes de grado once, con el propósito de identificar las percepciones relacionadas con las estrategias pedagógicas, los recursos didácticos y las necesidades formativas presentes en el contexto educativo rural.

Los resultados obtenidos fueron sistematizados mediante análisis de contenido y visualización semántica utilizando el software VOSviewer para el análisis bibliométrico y la visualización de redes científicas (Van Eck & Waltman, 2024).

Entre los términos con mayor frecuencia y relación se encontraron: aprendizaje práctico, laboratorio, observación, experimentación, invernadero bioclimático, sostenibilidad, PRAE, agricultura sostenible, huerta, videos, imágenes, equipos tecnológicos y comunidad, ver Figura 2.

Figura 2.

Análisis de coocurrencia semántica mediante VOSviewer



Nota. La figura presenta el análisis de coocurrencia semántica realizado a partir de las respuestas obtenidas en las encuestas aplicadas a estudiantes de grado once del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, Simacota, Santander. El mapa de visualización evidencia las relaciones conceptuales existentes entre los términos con mayor frecuencia dentro del corpus analizado. Elaboración propia (2026).

La visualización obtenida permitió reconocer diferentes núcleos temáticos o categorías emergentes, evidenciando las percepciones, intereses y asociaciones conceptuales construidas por los estudiantes alrededor del aprendizaje práctico, la sostenibilidad ambiental y el contexto agropecuario.



El análisis de las categorías emergentes permitió identificar que los estudiantes relacionan el aprendizaje de las Ciencias Naturales principalmente con experiencias prácticas y metodologías activas, evidenciadas en términos como laboratorio, experimentación, observación y prácticas experimentales.

Asimismo, se reconoció una fuerte asociación entre el área de Ciencias Naturales y la educación ambiental, destacándose conceptos como PRAE, sostenibilidad, reciclaje y conciencia ambiental, lo cual demuestra interés por el cuidado del entorno y la integración de procesos sostenibles dentro del contexto escolar.

De igual manera, las respuestas reflejaron una importante conexión con el contexto agropecuario y rural, mediante términos como agricultura, cultivos, huerta, clima y humedad, evidenciando que los estudiantes comprenden el aprendizaje científico desde las dinámicas propias del territorio de Simacota. Por otra parte, el invernadero bioclimático fue percibido como una estrategia pedagógica contextualizada capaz de integrar teoría, práctica y solución de problemáticas del entorno, articulándose con procesos de diseño, construcción y proyectos escolares. También se identificó la importancia del trabajo colaborativo y la participación estudiantil como elementos fundamentales dentro de las actividades pedagógicas.

Finalmente, la presencia de términos relacionados con videos, imágenes, equipos tecnológicos y recursos didácticos evidenció el interés de los estudiantes por fortalecer el aprendizaje mediante herramientas tecnológicas y audiovisuales, consolidando así una articulación entre innovación pedagógica, sostenibilidad ambiental y contenidos curriculares del área de Ciencias Naturales, especialmente en biología, química y procesos biológicos.

El análisis permitió identificar como nodo central el término “Ciencias Naturales” ver Figura 3, se configuró como nodo articulador de la red conceptual, estableciendo conexiones directas con conceptos asociados al aprendizaje práctico, laboratorio, experimentación, sostenibilidad, PRAE, agricultura, cultivos, trabajo colaborativo y recursos tecnológicos.

Figura 3.

Interpretación de la red semántica obtenida



Nota. La figura presenta la red semántica obtenida mediante el análisis de coocurrencia realizado en el software VOSviewer versión 1.6.20, a partir de las respuestas proporcionadas la visualización evidencia que el término “Ciencias Naturales” se consolida como nodo central de la red conceptual, estableciendo relaciones significativas con diferentes categorías. El tamaño de los nodos representa la frecuencia de aparición de los términos dentro del corpus analizado, mientras que las líneas de conexión indican el grado de relación semántica entre las categorías emergentes. Elaboración propia (2026).

Esta centralidad semántica demuestra que los estudiantes comprenden las Ciencias Naturales no solamente desde un enfoque teórico, sino desde experiencias contextualizadas, experimentales y aplicadas a su entorno rural. Asimismo, el término “aprendizaje práctico” presentó una alta densidad relacional, conectándose con conceptos como laboratorio, observación, experimentación y actividades, lo cual evidencia preferencia por metodologías activas donde el estudiante participa directamente en la construcción del conocimiento.

Por otra parte, la presencia de términos como PRAE, sostenibilidad, reciclaje y ambiente permitió identificar una fuerte tendencia hacia la educación ambiental y el interés por estrategias pedagógicas orientadas al cuidado del entorno. Esto respalda la pertinencia del invernadero bioclimático como propuesta pedagógica vinculada al Proyecto Ambiental Escolar. Del mismo modo, la aparición de



conceptos asociados al contexto agropecuario como cultivos, agricultura, huerta, clima y humedad evidencia que los estudiantes reconocen la relación entre los fenómenos naturales y las dinámicas productivas de su contexto rural, fortaleciendo la pertinencia territorial de la propuesta.

Finalmente, categorías relacionadas con videos, imágenes y equipos tecnológicos muestran que los estudiantes consideran importante la incorporación de recursos didácticos y tecnológicos dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

De igual manera, las respuestas muestran que los estudiantes valoran los espacios agroindustriales y los laboratorios como escenarios potenciales para desarrollar procesos de aprendizaje contextualizados y significativos, articulados con las necesidades ambientales y rurales del contexto de Simacota.

Fase 2: Diseño del prototipo de invernadero bioclimático y del componente pedagógico

Con base en los resultados del diagnóstico, se formuló la propuesta pedagógica del prototipo de invernadero bioclimático, estructurada desde un enfoque de aprendizaje práctico y educación ambiental contextualizada. El diseño del prototipo incluyó la selección de materiales, principios bioclimáticos, organización del espacio, orientación ambiental y posibilidades de uso pedagógico dentro del área de Ciencias Naturales. Asimismo, se diseñó un manual del usuario orientado a guiar la implementación del prototipo como estrategia didáctica.

Tabla 6.

Descripción técnica de la estrategia pedagógica

La propuesta se estructuró a partir de tres componentes:



Componente	Descripción
Pedagógico	Integración de metodologías activas, aprendizaje basado en proyectos y experimentación científica.
Ambiental	Implementación de actividades relacionadas con sostenibilidad, reciclaje, PRAE y agricultura sostenible.
Didáctico-tecnológico	Uso de recursos didácticos, videos, imágenes, equipos tecnológicos y registro de datos ambientales, maquetas de simulación.

Nota. Elaboración propia (2026).

Dentro de las actividades diseñadas se incluyeron: implementación de huertas escolares, experimentos relacionados con transferencia de calor, medición de temperatura y humedad, observación de procesos biológicos, prácticas experimentales, análisis de sistemas de riego, y actividades de trabajo colaborativo.

La construcción de la propuesta permitió identificar que el invernadero bioclimático puede funcionar como un ambiente de aprendizaje interdisciplinario capaz de integrar contenidos de biología, química y educación ambiental.

Asimismo, el diseño evidenció que la articulación entre teoría y práctica fortalece la motivación estudiantil y favorece el desarrollo de competencias científicas como observación, análisis, interpretación de fenómenos y resolución de problemas contextualizados.

La propuesta fue socializada con la comunidad educativa mediante espacios de retroalimentación, presentación de bocetos, discusión de actividades y validación pedagógica de las estrategias planteadas.

Fase 3. Formulación de la secuencia didáctica y fortalecimiento del aprendizaje vivencial

La Fase 3 estuvo orientada a la formulación e implementación de una secuencia didáctica centrada en el diseño del invernadero bioclimático como estrategia pedagógica para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Esta secuencia se estructuró a partir de preguntas guía contextualizadas y actividades



progresivas de indagación, experimentación y análisis científico, permitiendo integrar contenidos relacionados con transferencia de calor, variables climáticas, sostenibilidad, diseño técnico y funcionamiento de sistemas agrícolas sostenibles.

La propuesta didáctica se planteó para desarrollar mediante ocho semanas de trabajo en las que los estudiantes participan en experiencias prácticas asociadas al contexto rural de Simacota, tales como observación de fenómenos climáticos, análisis del impacto de la radiación solar y la humedad sobre los cultivos, construcción de mini-invernaderos, experimentos sobre conducción, convección y radiación, comparación de materiales, medición de variables ambientales y elaboración de diseños técnicos fundamentados científicamente. Estas actividades favorecen la articulación entre los conceptos teóricos y las problemáticas reales del entorno agropecuario, fortaleciendo procesos de aprendizaje significativo y pensamiento crítico.

De igual manera, la secuencia promueve el desarrollo de competencias científicas relacionadas con la observación, formulación de hipótesis, recolección y análisis de datos, interpretación de resultados y argumentación científica. Los estudiantes logran justificar decisiones de diseño a partir de principios físicos y ambientales, especialmente en aspectos como ventilación, orientación solar, transferencia de calor y selección de materiales sostenibles para el funcionamiento del invernadero bioclimático.

Los resultados obtenidos de cada actividad planteada tienen como fin incrementar la participación activa de los estudiantes durante las actividades experimentales y colaborativas, así como una mayor apropiación de los contenidos curriculares de Ciencias Naturales desde una perspectiva aplicada y contextualizada. La implementación de prácticas como la simulación de mini-invernaderos, el análisis del ciclo del agua en sistemas cerrados y la comparación experimental de materiales permite que los estudiantes relacionaran fenómenos científicos con situaciones reales de producción agrícola y sostenibilidad ambiental presentes en el municipio de Simacota.



Asimismo, el análisis de la implementación didáctica permitió identificar que las estrategias vivenciales favorecen la motivación, el trabajo colaborativo y la construcción colectiva del conocimiento. La integración de recursos audiovisuales, materiales reciclados, instrumentos de medición y actividades de laboratorio fortaleció la comprensión de conceptos científicos complejos mediante experiencias cercanas a la realidad de los estudiantes. En este sentido, el invernadero bioclimático dejó de percibirse únicamente como una estructura agrícola y pasó a consolidarse como un laboratorio vivo de aprendizaje, capaz de articular ciencia, tecnología, sostenibilidad y contexto rural.

Finalmente, la sistematización de las experiencias evidenció que la secuencia didáctica contribuye al fortalecimiento del PRAE institucional, promoviendo procesos de conciencia ambiental, apropiación del territorio y participación estudiantil en torno a problemáticas asociadas al clima, los cultivos y el uso eficiente de los recursos naturales. Además de fortalecer la relación entre escuela, comunidad y contexto agroindustrial, consolidando el aprendizaje práctico como eje fundamental en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Conclusiones

A lo largo de este proyecto, se abordó el desafío de fortalecer, los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en el Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo, Simacota, mediante el diseño de un prototipo de invernadero bioclimático como estrategia pedagógica contextualizada. La investigación permitió reconocer las limitaciones en infraestructura, recursos tecnológicos y espacios experimentales presentes en la institución educativa no constituyen un impedimento definitivo para el desarrollo de experiencias científicas significativas, siempre que existan propuestas didácticas innovadoras articuladas al contexto de los estudiantes.

En relación con el primer objetivo específico, orientado al diagnóstico del contexto educativo, las estrategias pedagógicas y los recursos didácticos del área de Ciencias Naturales y educación ambiental, se



concluye que los estudiantes y docentes perciben la necesidad de fortalecer los procesos de aprendizaje práctico, la experimentación y la integración de recursos didácticos contextualizados. Los resultados obtenidos mediante las encuestas y el análisis de contenido evidenciaron que los estudiantes relacionan el aprendizaje significativo con actividades vivenciales como la observación, el trabajo en laboratorio, las huertas escolares, la experimentación y el uso de recursos tecnológicos y audiovisuales. Asimismo, se identificó una baja disponibilidad de laboratorios adecuados, equipos e insumos, situación que afecta el desarrollo de competencias científicas y limita la apropiación práctica de los contenidos curriculares. Estos hallazgos permitieron establecer la pertinencia del proyecto y fundamentar la necesidad de implementar una propuesta pedagógica innovadora ajustada al contexto agroindustrial y rural de la institución.

Respecto al segundo objetivo específico, relacionado con la propuesta del diseño del prototipo de invernadero bioclimático apoyado en un manual del usuario, se concluye que el diseño del prototipo constituye una estrategia pedagógica viable para fortalecer procesos de enseñanza-aprendizaje en Ciencias Naturales y educación ambiental. El prototipo permitió integrar elementos relacionados con sostenibilidad, agricultura sostenible, control de variables ambientales, prácticas agropecuarias y aprendizaje interdisciplinar. De igual manera, el manual del usuario consolidó orientaciones pedagógicas y técnicas que facilitan la comprensión del funcionamiento del invernadero, promoviendo su utilización como recurso didáctico dentro del aula y en espacios experimentales. La articulación entre principios bioclimáticos, materiales de bajo costo y estrategias de aprendizaje activo fortaleció el carácter innovador y contextualizado de la propuesta.

En cuanto al tercer objetivo específico, enfocado en la formulación de una secuencia didáctica para la construcción y funcionamiento del invernadero bioclimático, se concluye que las actividades diseñadas se diseñaron para favorecer el aprendizaje práctico, el pensamiento crítico y el desarrollar las competencias científicas y ambientales. La secuencia didáctica integró experiencias relacionadas con



experimentación, observación científica, análisis de variables ambientales, trabajo colaborativo, prácticas agropecuarias y uso de herramientas tecnológicas, permitiendo a los estudiantes relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales de su entorno. Además, se evidencia como estas actividades incrementan la participación estudiantil, el interés por las Ciencias Naturales y la apropiación del PRAE institucional, fortaleciendo la relación entre escuela, comunidad y sostenibilidad ambiental.

De manera general, el proyecto permitió demostrar que los ambientes de aprendizaje basados en metodologías activas y aprendizaje vivencial generan procesos más significativos que las prácticas tradicionales centradas únicamente en contenidos teóricos. El invernadero bioclimático no solo es una propuesta de estructura física, sino una propuesta de un laboratorio vivo capaz de integrar ciencia, tecnología, sostenibilidad y contexto rural en un mismo espacio pedagógico. Asimismo, el proyecto favoreció el fortalecimiento de habilidades como la observación, el análisis, la interpretación de fenómenos naturales, el trabajo colaborativo y la solución de problemas desde una perspectiva científica y ambiental.

Finalmente, se concluye que el diseño del prototipo de invernadero bioclimático representa una propuesta educativa innovadora con potencial de ser replicada en otros contextos escolares rurales que enfrentan limitaciones similares en infraestructura y recursos. Su implementación contribuye al fortalecimiento de la educación ambiental, la apropiación del contexto agropecuario y la construcción de aprendizajes significativos orientados a la formación de estudiantes críticos, participativos y comprometidos con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Visión prospectiva del proyecto

Lecciones aprendidas

- ✓ La enseñanza de las Ciencias Naturales adquiere mayor significado cuando se aprovecha directamente el contexto rural y las experiencias cotidianas de los estudiantes.



- ✓ Las metodologías activas y el aprendizaje vivencial fortalecen la motivación, la participación y el interés por la investigación científica.
- ✓ La experimentación y el trabajo práctico favorecen el desarrollo de competencias científicas, ambientales y colaborativas.
- ✓ Los recursos reciclables y de bajo costo pueden convertirse en alternativas viables para promover procesos experimentales en instituciones rurales con limitaciones económicas.
- ✓ La integración entre PRAE, Ciencias Naturales y proyectos agropecuarios fortalece la interdisciplinariedad y la apropiación institucional.

Fortalezas del proyecto

- ✓ Articulación entre sostenibilidad, educación ambiental y enseñanza de las Ciencias Naturales.
- ✓ Pertinencia contextual del proyecto frente a las necesidades del Colegio Agroindustrial de Puerto Nuevo.
- ✓ Integración de estrategias didácticas activas como experimentación, observación y trabajo colaborativo.
- ✓ Diseño de un prototipo adaptable a diferentes contextos rurales y escolares.
- ✓ Vinculación de herramientas tecnológicas y recursos audiovisuales en los procesos de aprendizaje.

Oportunidades de mejora

- ✓ Fortalecer la infraestructura tecnológica y experimental de la institución educativa.
- ✓ Implementar procesos de capacitación docente en metodologías STEM y diseño de ambientes de aprendizaje innovadores.



- ✓ Ampliar la integración de sensores, automatización y herramientas digitales para el monitoreo ambiental del invernadero.
- ✓ Incrementar la participación de entidades externas como SENA, alcaldías y organizaciones ambientales.
- ✓ Desarrollar procesos de evaluación a largo plazo sobre el impacto del proyecto en el rendimiento académico y la conciencia ambiental estudiantil.

Recomendaciones

- ✓ Continuar fortaleciendo el PRAE institucional mediante proyectos de aprendizaje experiencial.
- ✓ Vincular estudiantes de diferentes grados en procesos de investigación y mantenimiento del invernadero.
- ✓ Implementar estrategias de sistematización y divulgación de experiencias pedagógicas exitosas.
- ✓ Promover alianzas interinstitucionales que permitan gestionar recursos para la construcción futura del prototipo físico.
- ✓ Integrar el proyecto con otras áreas del conocimiento como tecnología, matemáticas y agroindustria.

Ideas para nuevos proyectos

- ✓ Diseño de sistemas de riego automatizado con sensores IoT para cultivos escolares.
- ✓ Implementación de huertas inteligentes sostenibles en contextos rurales.
- ✓ Desarrollo de proyectos STEM orientados al monitoreo climático y ambiental escolar.
- ✓ Creación de laboratorios móviles de Ciencias Naturales para instituciones rurales.
- ✓ Diseño de estrategias de educación ambiental mediadas por tecnologías digitales y simuladores virtuales.



- ✓ Implementación de proyectos agroecológicos enfocados en seguridad alimentaria escolar.
- ✓ Construcción de invernaderos escolares con materiales reciclables y energías renovables con dimensiones como las mencionadas en marco metodológico.

Consideraciones éticas

El desarrollo del presente proyecto se fundamentó en principios éticos orientados al respeto, la participación y el bienestar de los estudiantes y docentes involucrados. La investigación garantizó la confidencialidad y el manejo responsable de la información obtenida mediante encuestas, entrevistas y actividades pedagógicas, utilizando los datos únicamente con fines académicos e investigativos.

Asimismo, la participación de los estudiantes se desarrolló de manera voluntaria, promoviendo ambientes de respeto, inclusión y trabajo colaborativo. Durante la implementación de las actividades se procuró garantizar igualdad de participación, evitando cualquier forma de discriminación o exclusión por condiciones sociales, académicas o personales.

Desde el componente ambiental, el proyecto promovió principios de sostenibilidad, reutilización de materiales y cuidado del entorno natural, fomentando una conciencia ecológica responsable dentro de la comunidad educativa. Igualmente, el diseño del prototipo y las estrategias didácticas propuestas buscaron minimizar impactos ambientales negativos y fortalecer prácticas agrícolas sostenibles.

Finalmente, el proyecto respetó los principios de integridad académica mediante el uso adecuado de fuentes bibliográficas, referencias y aportes teóricos, siguiendo criterios de citación y normas APA para garantizar la transparencia y rigurosidad científica de la investigación.



Referencias

- Aikenhead, G. (2006). Science education for everyday life: Evidence-based practice. Teachers College Press.
- Ali, M., Gunawan, A., Prasetya, D., Ibrahim, M., & Diyasa, I. (2024). Impact of Smart Greenhouse Using IoT for Enhanced Quality of Plant Growth. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 4(3), 1473-1489. doi:<https://doi.org/10.31763/ijrcs.v4i3.1277>
- Arregoces-Guerra, P., Restrepo-Arias, J. F., Usme Martinez, M., Montoya-Yepes, J. P., & BranchBedoya, J. W. (2023). Monitoreo de cultivos bajo invernadero utilizando tecnologías 4.0. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(2), e2853. https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_nu m2_art:2853
- Austria, A.C. H., Fabros, J.S., Sumilang, K.R. G., Bernardino, J., & Doctor, A.C. (2023). Development of IoT Smart Greenhouse System for Hydroponic Gardens. *International Journal of Computing Sciences Research*, 7, 2111-2136. <https://doi.org/10.25147/ijcsr.2017.001.1.149>
- Bardin, L. (2016). *Análisis de contenido* (3.ª ed.). Akal.
- Barón, A.J.E., Pérez, O.D.F. Invernadero de Riego y Temperatura controlado remotamente desde la web basado en tecnologías móviles, (2017).
- Cohen-Manrique, C. S., Burbano-Bustos, A. F., Salgado-Ordosgoitia, R. D., & Merlano-Porto, R. H. (2020). Control de riego en cultivos de ahuyama en Sincelejo, Sucre (Colombia) gestionados a través del Internet de las Cosas. *Información Tecnológica*, 31(5), 79–88.
- Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). SAGE Publications.
- Carrillo, D., & Vázquez, J. (2008). Automatización de un invernadero con PLC S7- 200. Zacatecas MEX.



De-Armas-Costa, R. J., Martín-Gómez, P. F., & Rangel-Díaz, J. E. (2023). Support Strategy for the Social Appropriation of New Technologies in Gulupa-producing Communities in Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 20(1), 15519.

Díaz, D. C., Bojacá, C.R., Schrevens, E. (2018) Modeling the suitability plastic greenhouse for tomato production across Colombian regions. Obtenido de <https://doi.org/10.17660/actahortic.2018.1205.109>

Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Ediciones Morata.

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27–36.

FAO. (2014). Huertos escolares: guía para docentes y facilitadores. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Furman, M. (2016). *Educación de mentes curiosas: La formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: Documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación*. Fundación Santillana.

González Abonía, G. A., & Martínez Casanova, L. M. (2019). Las ciencias naturales desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: una propuesta reflexiva para el aprendizaje de la Química. *Revista Conrado*, 15(67),205-212.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción (The action research planner)*. Laertes.



Koerber, S., & Osterhaus, C. (2019). *Individual differences in early scientific thinking: Assessment, cognitive influences, and their relevance for science learning*. *Journal of Cognition and Development*, 20(4), 510–533.

Latorre, A. (2005). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa* (3.ª ed.). Graó.

Lorduy Flórez, Danny José, & Naranjo Zuluaga, Claudia Patricia. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27), e203. Epub February 19, 2021. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11177>

Medina Rivilla, A., & Salvador Mata, F. (2009). *Didáctica general*. Pearson Educación.

Melo Jaimes, E., Payares Benítez, D., & Baldiris Navarro, S. M. (2019). Sistemas de control y automatización en el aula: Estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias. *Innovación, tecnología y creatividad*. *Teknos Revista científica*, 19(2), 20–28. <https://doi.org/10.25044/25392190.997>

Moreno, M., García, C., & Patiño, J. (2020). “Invernaderos escolares como estrategia didáctica en ciencias naturales”. *Revista Colombiana de Educación*, 78(1), 45-62.

Nieda, Juan y Beatriz Macedo (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 17 a 14 años*.

Núñez-Rodríguez, J., Medina-Cruz, D. y Jaimes Bohorquez, F. (2024). Formación de competencias investigativas sobre agricultura inteligente en niños campesinos de escuelas rurales colombianas. *Revista Perspectivas*, 9 (2).

Ojeda Beltran, A. (2022). Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia. *CESTA*, 3(1), 9–18.

Ovalle, J., Romero, F., Uribe, P., Jiménez, A., Molano Bernal, L. C., Santana Medina, J. J., y Garavito Arcos, H. C. *Focos de ciencia, tecnología e innovación para el sector agropecuario colombiano*.



- Pachón-Barbosa , N., Cadena Reyes , M., Castillo Ruge , M., & Rodríguez Vargas , L. K. . (2021). El invernadero como escenario de educación ambiental no formal para la enseñanza de la etnobotánica . *Bio-grafía*.
- Pacheco, E. (2007). Control de un sistema de riego con PLC S7-200. Zacatecas MEX. Sánchez, A., & Alvarado, J. (2010).
- Palacios, J. (2010). Construcción de una estrategia educativa para la vinculación del área de tecnología e informática, con la visita a la granja pedagógica y productiva Altamira para el primer ciclo de educación [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Departamento de Tecnología, Bogotá D.C.
- Pérez, J. A. (Año). Diseño y construcción de un invernadero a escala con climatización, para el laboratorio de termodinámica de ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito Ecuador [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional.
- Rocha, G. A.O., Pichimata, M.A., Villagrán, E.A. (2021) Research on the microclimate of protected agriculture structures using numerical simulation tools: a technical and bibliometric analysis as a contribution to the sustainability of under-cover cropping in tropical and subtropical countries.
- Rodríguez, L., & Ramos, D. (2019). “Didáctica de las ciencias con materiales reciclables: Una oportunidad para innovar”. *Revista Iberoamericana de Educación*, 79(2), 77-94.
- Sánchez, A., & Alvarado, J. (2010). Construcción de una estrategia educativa para la vinculación del área de tecnología e informática, con la visita a la granja pedagógica y productiva Altamira para el primer ciclo de educación. . Trabajo de Grado, Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Tecnología, Bogotá D.C.
- Salazar, N. (2020). Diseño de un sistema inteligente para el control automatizado de invernaderos. [Tesis de maestría, Universidad Autonoma del Estado de Morelos]. El Repositorio Institucional de Acceso Abierto (RIAA).



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos* (2.ª ed.). Ediciones Morata.
- Toro, S. (2010). *Neurociencias y Aprendizaje...* (Texto en construcción). Estudios Pedagógicos.
- UNESCO. (2017). *Guía para la promoción de las ciencias en la escuela primaria*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2024). *VOSviewer* [Software]. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University.
- Villagrán, E. A. Flores, J., Bojacá, C. R., Akrami, M. (2021). Evaluation of the microclimate in a traditional Colombian greenhouse used for cut flower production.
- Volosciuc, C., Bogdan, R., Blajovan, B., Stângaciu, C., & Marcu, M. (2024). GreenLab, an IoT-Based Small-Scale Smart Greenhouse. *Future Internet*, 16(6), 195. <https://doi.org/10.3390/fi16060195>
- Wang, C., & Gong, J. (2024). Intelligent agricultural greenhouse control system based on internet of things and machine learning. *ArXiv*. 2402.09488v2.