

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,

Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

INVESTIGACIÓN EN DISEÑO DE PROTOTIPOS BASADOS EN ABP Y CSC PARA UNA EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES CON ENFOQUE CTS

DESIGN RESEARCH OF PROTOTYPES BASED ON PBL AND
CSC FOR RENEWABLE ENERGY EDUCATION WITH AN
STS APPROACH

Laura Raquel Zúñiga González

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Adela Molina Andrade

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Maritza Mateus Vargas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Investigación en Diseño de Prototipos basados en ABP y CSC para una Educación en Energías Renovables con Enfoque CTS

Laura Raquel Zúñiga González¹

lzuniga0112@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6002-8345>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

Adela Molina Andrade

mara.gracia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6802-5533>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

Maritza Mateus Vargas

maritzamateusv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8464-5495>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

RESUMEN

La presente comunicación muestra los resultados de la tesis doctoral adelantada en el Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital FJdC, específicamente busca definir los fundamentos teóricos y metodológicos para diseñar e implementar prototipos educativos basados en proyectos de aula y CSC que permitan a los estudiantes identificar y proponer soluciones a problemáticas energéticas de su entorno, articulando el enfoque CTS con su realidad sociocultural, ambiental y geográfica, y contribuyendo así a una educación en energías renovables contextualizada y sostenible. La metodología de la investigación se basa en el enfoque Design Research, estructurada en tres fases cíclicas e interrelacionadas: Investigación preliminar, Fase de prototipado, Fase de evaluación, durante las cuales se realiza una reflexión constante y documentación sistemática de los procesos; dirigidas a un grupo focal de 60 estudiantes de grado sexto de la IE Técnico Francisco José de Caldas del municipio de Socotá (Boyacá, Colombia) y elaborado por una comunidad de práctica. Los resultados sugieren que, la innovación educativa implementada en torno a las energías renovables, favoreció la reflexión crítica, investigación, motivación, construcción colectiva de soluciones sostenibles y el compromiso ciudadano, orientando la práctica pedagógica mediante principios de diseño flexibles y transferibles a otros entornos educativos.

Palabras clave: investigación basada en el diseño, educación en energías renovables, aprendizaje basado en proyectos, cuestiones socio científicas, enfoque CTS

¹ Autor principal.

Correspondencia: lzuniga0112@gmail.com

Design Research of Prototypes based on PBL and CSC for Renewable Energy Education with an STS Approach

ABSTRACT

This communication shows the results of the doctoral thesis carried out in the Interinstitutional Doctorate in Education of the District University FJdC, specifically seeks to define the theoretical and methodological foundations to design and implement educational prototypes based on classroom and SSC projects that allow students to identify and propose solutions to energy problems in their environment, articulating the STS approach with their sociocultural, environmental and geographical reality, and thus contributing to a contextualized and sustainable renewable energy education. The research methodology is based on the Design Research approach, structured in three cyclical and interrelated phases: Preliminary research, Prototyping phase, Evaluation phase, during which constant reflection and systematic documentation of the processes are carried out; aimed at a focus group of 60 sixth grade students from the IE Técnico Francisco José de Caldas in the municipality of Socotá (Boyacá, Colombia) and prepared by a community of practice. The results suggest that the educational innovation implemented around renewable energy fostered critical reflection, research, motivation, the collective construction of sustainable solutions, and civic engagement, guiding pedagogical practice through flexible design principles that are transferable to other educational settings.

Keywords: Design research, Education in renewable energies, Project-based learning, Socio-scientific issues, STS approach

*Artículo recibido 05 setiembre 2025
Aceptado para publicación: 09 octubre 2025*



INTRODUCCIÓN

La dependencia de los combustibles fósiles ha generado graves consecuencias ambientales y sociales, como el cambio climático y la desigualdad energética. Frente a ello, la educación en energías renovables se plantea como una herramienta clave para promover tecnologías sostenibles y una ciudadanía crítica. Más allá del aprendizaje técnico, busca integrar dimensiones éticas, sociales y económicas mediante un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), que permite analizar cómo las decisiones científicas influyen en la vida social y ambiental (González & Meira, 2011).

En Colombia, el acceso a la energía eléctrica es un derecho fundamental respaldado por la Ley 1715 de 2014 y el Plan Energético Nacional 2050, los cuales impulsan la transición hacia energías limpias y renovables, buscando reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental (Vanegas, 2020). Sin embargo, este proceso requiere ser complementado con una educación en energías renovables (ER) que forme ciudadanos capaces de comprender, analizar y proponer soluciones a los desafíos energéticos actuales. Según Plomp (2009), esta educación debe integrar tanto el conocimiento técnico como una visión crítica, ética y sostenible, preparando a los estudiantes para participar activamente en la toma de decisiones y en la construcción de una matriz energética más equitativa y eficiente. Así, la educación se convierte en un pilar esencial para fortalecer la transición energética, promoviendo una ciudadanía informada, comprometida y alineada con los principios del desarrollo sostenible.

La investigación se enmarca en la enseñanza de las ciencias y busca innovar la educación en energías renovables (EER) mediante el diseño de prototipos sucesivos basados en proyectos de aula y cuestiones socio-científicas (CSC), bajo un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad); fortaleciendo el aprendizaje activo, la reflexión crítica y la capacidad de los estudiantes para identificar y proponer soluciones a problemas energéticos reales. Se espera que la investigación contribuya a la formación de ciudadanos capaces de afrontar los retos ambientales del siglo XXI y a la consolidación de políticas educativas orientadas hacia una educación científica contextualizada, equitativa y sostenible, con potencial de replicación en otros contextos educativos.

La revisión de la antecedentes sobre EER, el análisis de estudios publicados durante la última década ha permitido distinguir cinco ejes centrales: formación docente, estrategias pedagógicas, recursos



didácticos, currículo y políticas públicas. Aunque se observan avances relevantes en cada uno, la incorporación plena del enfoque CTS continúa siendo insuficiente. La preparación de los profesores se ha centrado en lo técnico, pero requiere mayor desarrollo de competencias críticas y situadas. Las metodologías muestran una tendencia hacia la participación activa, aunque su aplicación en este campo es aún limitada. Los recursos educativos necesitan adaptarse mejor a las realidades locales, y tanto los programas curriculares como las políticas deben integrar con mayor fuerza los aspectos éticos, sociales y ambientales. Este panorama evidencia la urgencia de profundizar en investigaciones que impulsen propuestas pedagógicas capaces de articular conocimientos técnicos con una mirada crítica y contextual sobre las energías renovables (Zúñiga González & Molina Andrade, 2023).

Los fundamentos teóricos que sustentan la investigación, referente al estudio de proyectos de aula y cuestiones sociocientíficas (CSC) relacionadas con las energías renovables, orientados desde un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en la educación básica secundaria. Las CSC se entienden como problemáticas científicas con implicaciones sociales y éticas que demandan el uso de habilidades cognitivas avanzadas y el ejercicio de una ciudadanía crítica y reflexiva (Martínez, 2014). Este enfoque favorece la toma de decisiones informadas, la acción sociopolítica responsable y el compromiso con los desafíos contemporáneos (Genisa et al., 2020).

Así mismo, la revisión bibliográfica permitió reconocer siete ejes centrales: el propósito educativo de la enseñanza en energías renovables (EER) para fortalecer la participación ciudadana, las dimensiones CTS, el papel docente, el rol del estudiante, el currículo, las metodologías de enseñanza y los recursos pedagógicos (Zúñiga- González & Molina- Andrade, 2021).

Asimismo, los estudios sobre CSC y proyectos educativos evidencian oportunidades de aprendizaje, retos docentes y experiencias aplicadas en educación científica vinculada a las energías renovables. En este marco, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se consolida como una metodología flexible y eficaz que mejora la comprensión del conocimiento energético, estimula el trabajo interdisciplinario, la motivación estudiantil y la reflexión sobre el proceso educativo (Gallego et al., 2018). Del análisis emergen seis variantes del ABP en el ámbito de la EER: la integración con STEM, el uso de estrategias INTe-L y e-PBL, los viajes de campo con sentido educativo, los proyectos de aprendizaje-servicio, las actividades tecnológicas escolares y los experimentos prácticos (Zúñiga-González, 2021). Estas



propuestas constituyen un marco pedagógico que impulsa la innovación, el aprendizaje significativo y la formación de una conciencia social y ambiental orientada a un futuro energético sostenible.

La presente investigación doctoral, se desarrolla en el Colegio Francisco José de Caldas, en Socotá (Boyacá), un municipio minero en donde la explotación del carbón constituye la principal fuente económica, generando impactos ambientales y de salud por contaminación y accidentes laborales (Mendivelso y Quiroga, 2024). Además, la minería ilegal y la necesidad de ingresos inmediatos han incrementado la deserción escolar. Ante ello, la institución educativa, con orientación técnica en Electricidad y Dibujo Arquitectónico y más de 1000 estudiantes en condiciones de vulnerabilidad, representa un espacio clave para promover la educación en energías renovables, ofreciendo oportunidades sostenibles y reduciendo la dependencia del carbón.

La investigación busca definir los fundamentos teóricos y metodológicos para diseñar e implementar prototipos educativos basados en proyectos de aula y CSC que permitan a los estudiantes identificar y proponer soluciones a problemáticas energéticas de su entorno, articulando el enfoque CTS con su realidad sociocultural, ambiental y geográfica, y contribuyendo así a una educación en energías renovables contextualizada y sostenible.

METODOLOGÍA

La investigación adopta un enfoque metodológico de Design Research, en la modalidad de estudio de desarrollo. Este tipo de estudio implica la planificación, desarrollo y evaluación sistemática de intervenciones innovadoras que buscan dar respuesta a problemáticas complejas del ámbito educativo (Plomp et al., 2018; Zúñiga-González & Valverde-Berrocoso, 2021). La metodología se estructura en tres fases cíclicas e interrelacionadas: Investigación preliminar, Fase de prototipado, Fase de evaluación. Durante cada etapa se realiza una reflexión constante y documentación sistemática de los procesos (Reeves et al., 2005). La naturaleza cíclica del Design Research posibilita la articulación de diversos métodos; en este caso se adopta un estudio de carácter exploratorio (Bannan, 2009) y descriptivo (Arteaga et al., 2017).

La intervención se implementa en la IE Técnica Francisco José de Caldas del municipio de Socotá, con una muestra de 60 estudiantes de grado sexto, cuyo currículo de física aborda temas relacionados con el trabajo, la energía y las tecnologías limpias. Para fortalecer la implementación, se constituye una



comunidad de práctica (CoP) integrada por docentes de distintas áreas —ciencias naturales, sociales, inglés y matemáticas— y expertos en educación, quienes colaboran en el diseño, ajuste y validación del prototipo de innovación educativa.

Para la recolección de datos se emplearon técnicas de tipo cualitativo y cuantitativo, ajustadas a los objetivos de cada fase del estudio, mediante entrevistas semiestructuradas dirigido a docentes y pre-test a estudiantes para efectos del diagnóstico; observaciones de aula y grabaciones de las sesiones como herramientas de seguimiento; narrativas reflexivas, en las que se documentaron sus percepciones sobre la experiencia, los retos enfrentados y los avances logrados. La información obtenida fue sistematizada y analizada por la docente investigadora en conjunto con la comunidad de práctica (CoP), lo que permitió valorar la practicidad, efectividad y coherencia de la intervención, así como definir los ajustes necesarios para el perfeccionamiento del prototipo educativo.

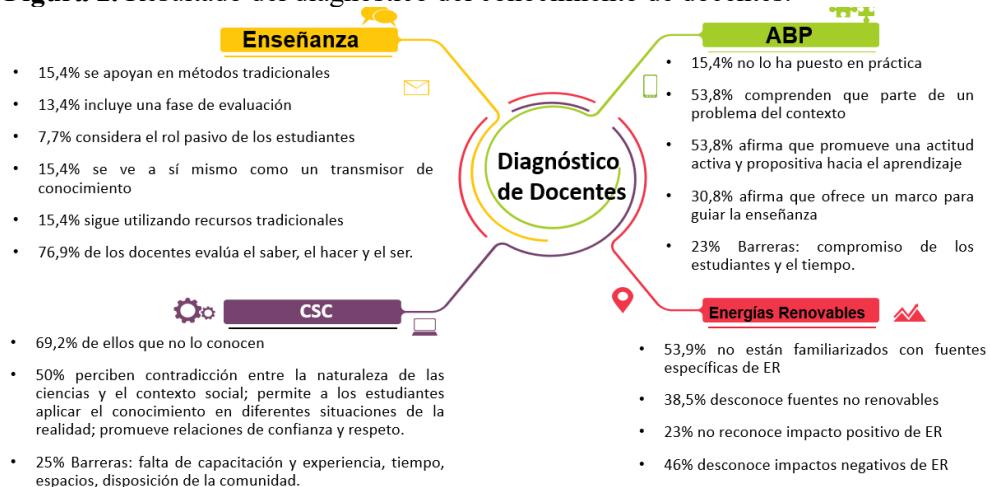
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico del conocimiento de docentes y estudiantes

En la fase preliminar del estudio se aplicó una entrevista semiestructurada a trece docentes de básica secundaria de la Institución Educativa Técnico Francisco José de Caldas, con el propósito de conocer sus percepciones y niveles de comprensión en torno al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), las Cuestiones Sociocientíficas (CSC) y las Energías Renovables (ER). El análisis de las respuestas (Figura 2), organizado en cuatro categorías temáticas, evidenció una desigual comprensión sobre las fuentes energéticas y una limitada conciencia de sus impactos sociales y ambientales, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la formación docente en estos temas. Asimismo, se identificaron barreras estructurales y pedagógicas —como la falta de recursos, apoyo institucional y capacitación especializada— que dificultan la incorporación efectiva de la educación en energías renovables dentro del currículo escolar, destacando la importancia de políticas y programas que promuevan una enseñanza más contextualizada y sostenible (Zúñiga González et al., 2024).



Figura 2. Resultado del diagnóstico del conocimiento de docentes.



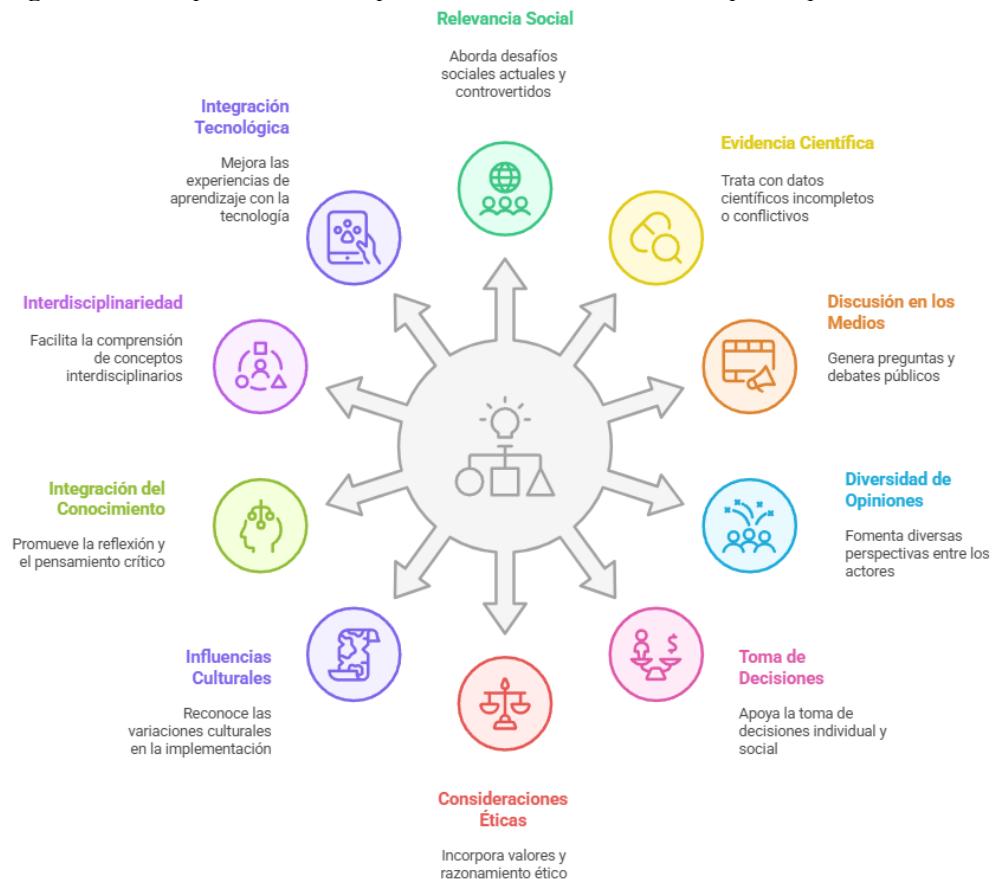
El diagnóstico de los estudiantes se desarrolló mediante la realización de tres sesiones con un grupo focal de treinta estudiantes de grado sexto de la IE Técnico Francisco José de Caldas, con el propósito de indagar sus conocimientos y percepciones sobre las fuentes de energía renovables y no renovables. Los resultados evidenciaron que los estudiantes reconocen con mayor claridad la energía solar, valorándola por su utilidad cotidiana y su papel en la reducción del uso de combustibles fósiles, mientras que muestran conocimientos parciales sobre la energía eólica y mareomotriz, y una comprensión más limitada de la biomasa, la hidráulica y la geotérmica. También se observó confusión respecto a la energía magnética, reflejando vacíos conceptuales sobre las fuentes energéticas emergentes. En conjunto, los hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer la enseñanza de las energías renovables en los currículos escolares, incorporando estrategias didácticas que vinculen teoría, práctica y conciencia ambiental para consolidar una comprensión más integral y crítica de la sostenibilidad energética (Zúñiga-González et al., 2025).

Principios de diseño que orientan la elaboración de prototipos basados en CSC y ABP para la EER

El prototipo de intervención educativa, según Benito y Salinas (2016), constituye una fuente de conocimiento que impulsa la innovación y promueve la formulación de preguntas de investigación, así como la reflexión sobre la actividad de diseño y sus resultados. Para ello, es fundamental establecer principios de diseño que orienten las decisiones sobre el material, sus características y su alcance, generando conocimiento sistemático que facilite su implementación por otros diseñadores y el desarrollo

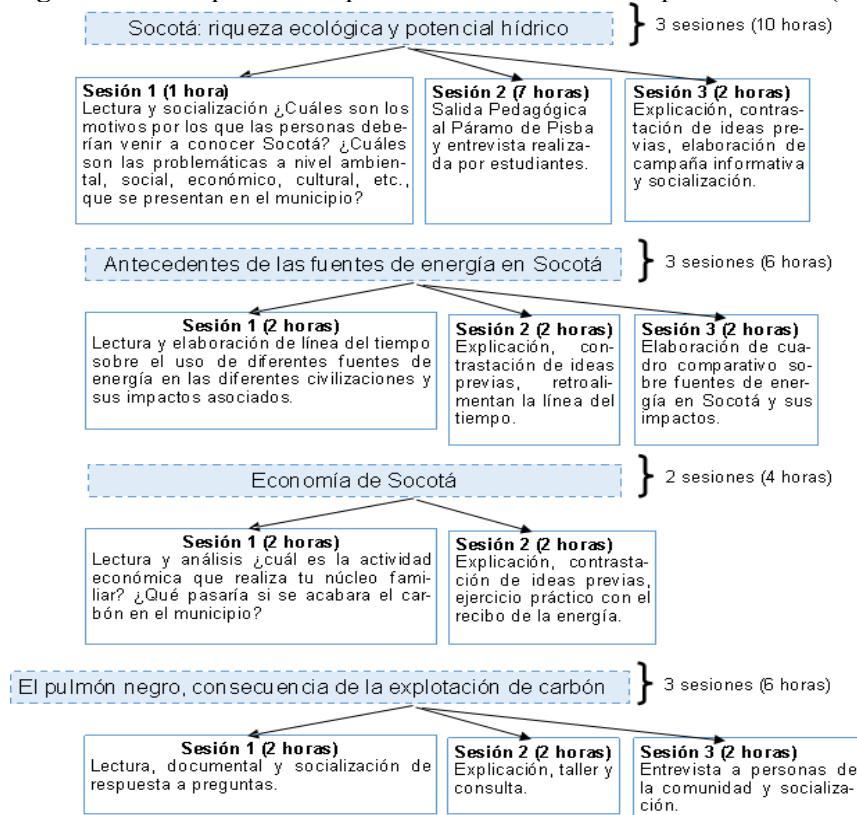
de nuevas innovaciones. A partir de una reflexión crítica sobre los resultados de la fase de investigación preliminar, la CoP definió la pertinencia de una intervención basada en Cuestiones Socio Científicas (CSC) y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) orientada a la Educación en Energías Renovables (EER), de la cual emergieron los principios de diseño presentados en la figura 3.

Figura 3. Principios de diseño que orientan la elaboración de prototipos basados en CSC para la EER.



A partir de los principios de diseño previamente definidos, la Comunidad de Práctica (CoP) estableció los propósitos de la intervención educativa, los contenidos específicos por área y la cuestión socio científica que guiaría a los estudiantes en la identificación y solución de problemáticas relacionadas con las energías renovables, considerando su entorno sociocultural, ambiental y geográfico. Asimismo, se estructuró un proceso de evaluación, retroalimentación y análisis que facilitara reconocer los logros alcanzados, las dificultades encontradas y las oportunidades de mejora. El prototipo resultante integra cuatro Cuestiones Socio Científicas (CSC) centradas en la problemática de la explotación carbonífera en el municipio de Socotá (figura 4).

Figura 4. Prototipo de CSC para una EER en el municipio de Socotá (Boyacá)



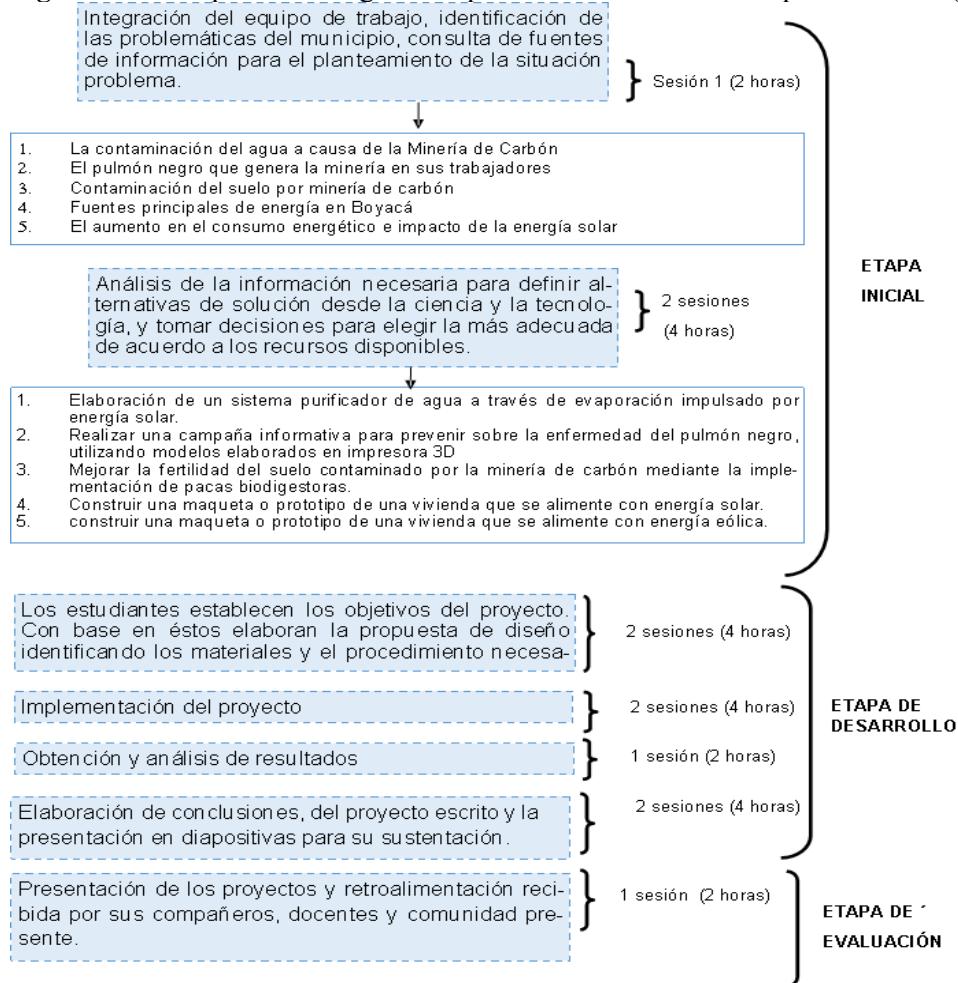
A partir de las cuestiones socio científicas abordadas, los estudiantes reconocen las problemáticas presentes en su municipio y formulan posibles soluciones a través de la ejecución de proyectos. En este marco, la Comunidad de Práctica (CoP) estableció los principios de diseño que orientan la aplicación de la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), los cuales se detallan en la figura 5.

Figura 5. Principios de diseño que orientan la elaboración de prototipos basados en ABP para la EER.



Tomando como referencia los principios de diseño previamente formulados, la Comunidad de Práctica (CoP) determinó los componentes esenciales que orientan la planificación, el desarrollo y la evaluación del proyecto en cada una de las fases trabajadas por los cinco (5) grupos de estudiantes. La figura 6 muestra los elementos principales a considerar, así como la cantidad de sesiones asignadas para su implementación.

Figura 5. Prototipo de estrategia ABP para una EER en el municipio de Socotá (Boyacá)



Resultados y discusión del primer ciclo

La reflexión sobre la cuestión socio científica abordada fortaleció la Educación en Energías Renovables (EER) al generar análisis crítico sobre los impactos de la minería del carbón, tanto en el contexto local de Socotá como en el global. Los estudiantes identificaron problemáticas como la contaminación del agua, el deterioro ambiental, los efectos en la salud y el cambio climático, desarrollando conciencia ecológica y criterios éticos frente a las implicaciones sociales de la ciencia (Bedoya-Ortiz, 2023). La interacción con compañeros y actores externos, como Parques Nacionales Naturales, favoreció la reflexión colectiva, la argumentación y el aprendizaje colaborativo, impulsando la formulación de soluciones sostenibles y la transformación social (García-Arévalo et al., 2022).

Asimismo, el estudio de las energías renovables permitió reconocer su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático, al tiempo que los estudiantes



comprendieron la importancia de aprovechar recursos locales como el sol, el viento y el agua. Este proceso integró el aprendizaje científico con valores ambientales y comunitarios, evidenciando cómo la enseñanza contextualizada de las ciencias naturales articula dimensiones sociales, económicas y culturales (Bedoya-Ortiz, 2023).

El trabajo interdisciplinario fortaleció la transversalidad curricular entre ciencias, tecnología y sociedad, promoviendo pensamiento crítico y una ética del uso racional de la energía. A través del diálogo con docentes, familias y comunidad, los estudiantes desarrollaron actitudes críticas y compromiso social (García-Arévalo et al., 2022), superando limitaciones estructurales del sistema educativo y reforzando la necesidad de contextualizar los contenidos y diversificar estrategias pedagógicas (Salamanca et al., 2022).

El análisis histórico del concepto de energía permitió comprender su evolución como construcción social y científica (González, 2018), y reflexionar sobre los efectos del modelo energético basado en combustibles fósiles. A partir de ello, los estudiantes reconocieron la urgencia de transitar hacia energías renovables y comprendieron críticamente los impactos de tecnologías como las hidroeléctricas (Calixto, 2022).

Mediante herramientas como cuadros comparativos, analizaron ventajas y limitaciones de diversas fuentes energéticas, fortaleciendo su pensamiento científico y su capacidad para proponer modelos sostenibles adaptados a su territorio. Frente a la disminución de la producción carbonífera, consideraron el retorno a prácticas agrícolas y el aprovechamiento del potencial solar y eólico como motores del desarrollo local, con beneficios laborales, económicos y ambientales.

Durante la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), los estudiantes identificaron problemáticas locales y propusieron soluciones apoyadas en el uso responsable de las TIC. Aunque se evidenciaron dificultades en la selección de fuentes confiables y en el manejo de herramientas de inteligencia artificial —que pueden debilitar el pensamiento crítico (Walter et al., 2024)—, el acompañamiento docente permitió orientar su uso pedagógico para la búsqueda y análisis de información.

El trabajo colaborativo y la orientación personalizada favorecieron la comprensión lectora y la formulación de propuestas, aunque persistieron dificultades en la redacción de objetivos, lo cual exigió



procesos de acompañamiento conceptual. Finalmente, la reflexión de los grupos evidenció avances en la comprensión de las energías renovables y en la adopción de prácticas sostenibles, aunque aún se requiere fortalecer la autorreflexión crítica en la elaboración de conclusiones.

Ajustes a los principios de diseño del prototipo basado en CSC y ABP para la EER

Los resultados de la primera iteración muestran que la aplicación de los principios de diseño fue efectiva, fortaleciendo la educación en energías renovables dentro de un contexto donde prevalecen las fuentes no renovables. La implementación del prototipo educativo permitió, validar los fundamentos teóricos de la innovación, integrando dimensiones sociológicas, epistemológicas y emocionales que favorecen la reflexión crítica y la apropiación del conocimiento, mediante enfoques como las cuestiones socio científicas y el aprendizaje basado en proyectos.

A partir de ello, la comunidad de práctica (CoP) realizó un proceso de reflexión conjunta para analizar los logros y dificultades, con el propósito de mejorar el prototipo en una segunda iteración. En consecuencia, se ajustaron los principios de diseño y el prototipo de CSC (figura 6) y ABP (figura 7) para una EER, considerando el contexto, las características del estudiantado y los objetivos propuestos, con miras a orientar futuras intervenciones educativas y fortalecer su validez en diferentes escenarios.

Figura 6. Prototipo CSC para una EER en el municipio de Socotá (Boyacá), segundo ciclo.

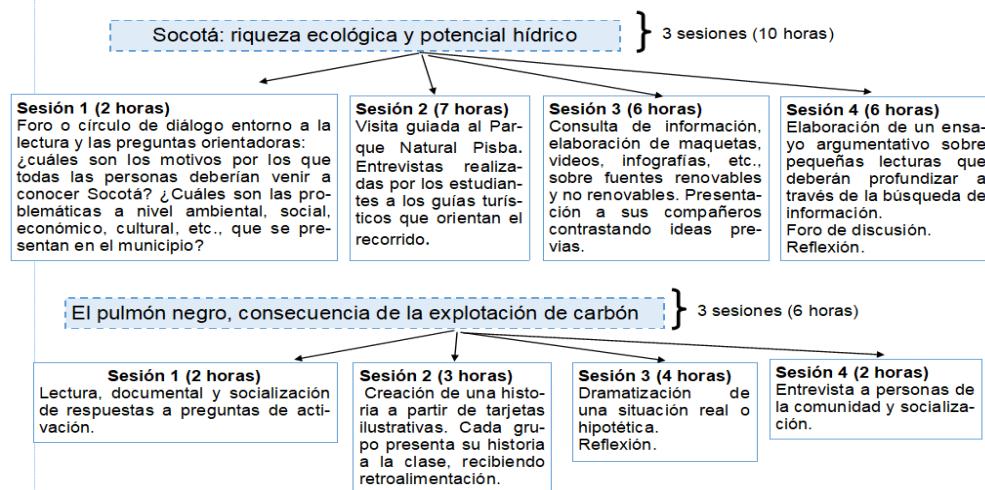
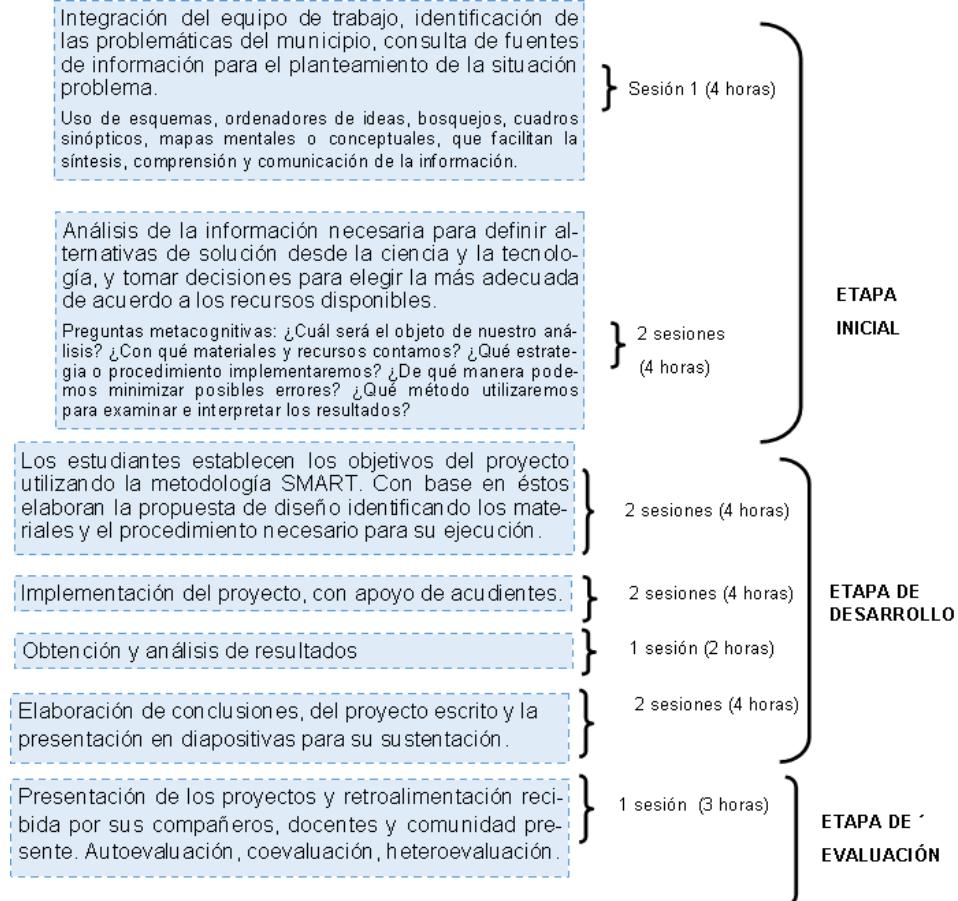


Figura 7. Prototipo ABP para una EER en el municipio de Socotá (Boyacá), segundo ciclo.



Resultados y discusión del segundo ciclo

El prototipo educativo ajustado se implementó de forma continua, mostrando avances significativos frente a la primera aplicación. El análisis de las cuestiones socio científicas (CSC) evidenció una mejor comprensión de los estudiantes sobre la función económica de la minería en el municipio y la necesidad de una educación crítica en energías renovables. Esta debe promover la reflexión sobre la relación entre empleo, sostenibilidad y justicia ambiental, tal como plantean González y Meira (2020). Dicho enfoque fomenta una visión integral que combina conocimiento científico y contexto local, impulsando la acción comunitaria hacia una transición energética participativa. Los estudiantes desarrollaron un sentido de pertenencia y una identidad ambiental, al reconocerse como parte activa de su territorio y comprometerse con el cuidado del entorno. Además, la retroalimentación constante favoreció la autorregulación, la planificación y la toma de decisiones, aspectos esenciales para la aplicación práctica del aprendizaje (Panadero & Broadbent, 2018).

Durante el proceso, los estudiantes seleccionaron las problemáticas de mayor interés, investigaron



fuentes confiables —apoyados por la inteligencia artificial— y elaboraron organizadores gráficos para sintetizar la información. Para la toma de decisiones y estructuración de proyectos, se promovió el uso de preguntas metacognitivas, orientadas a comparar alternativas y planificar estrategias, siguiendo los planteamientos de Guo (2022). Asimismo, la formulación de objetivos con la metodología SMART permitió una mayor claridad, motivación y persistencia en las tareas (Doran, 2022).

Finalmente, la vinculación de los padres de familia fortaleció el proceso formativo, al ampliar los espacios de aprendizaje y fomentar la colaboración entre escuela y hogar. Según Li y Xue (2023), esta alianza mejora el rendimiento académico, la motivación y el compromiso estudiantil. El encuentro conjunto entre docentes, estudiantes y acudientes permitió socializar experiencias y realizar procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, consolidando así una reflexión pedagógica integral.

Impacto de la implementación del prototipo de intervención educativa

El impacto del prototipo de intervención educativa, basado en proyectos de aula y cuestiones socio científicas (CSC), se evaluó no solo a partir de los resultados cuantitativos obtenidos, sino también mediante las narrativas de cinco estudiantes y cinco docentes de la comunidad de práctica. Estas evidenciaron la efectividad y pertinencia del modelo, al demostrar su aplicabilidad en el contexto real y su contribución al desarrollo de competencias en estudiantes de grado sexto de la IE Técnica Francisco José de Caldas de Socotá, quienes lograron identificar y proponer soluciones a problemáticas locales vinculadas con las energías renovables desde un enfoque CTS. Según Oliver (1998), las narrativas permiten capturar los significados y transformaciones vividas por los participantes, lo que se reflejó en los registros y transcripciones analizados mediante Atlas.ti.

El análisis reveló una alta frecuencia de términos relacionados con problemáticas ambientales, energéticas y de salud pública asociadas a la minería, lo que muestra que el prototipo logró conectar la educación en energías renovables con los desafíos reales del territorio, fortaleciendo la motivación y el aprendizaje significativo. Asimismo, la presencia recurrente de palabras como *profe, estudiantes* y *colegio* destaca el papel central de la interacción docente-estudiante y del contexto escolar en la construcción de sentido y en la generación de propuestas de solución a través de los proyectos.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones que demuestran que el aprendizaje basado en proyectos promueve la participación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos auténticos;



y que su aplicación en temas de energías renovables favorece la alfabetización energética, la adquisición de habilidades proambientales y la reflexión sobre los aspectos científicos y sociales implicados (Rizki et al., 2024).

Finalmente, la codificación temática mostró que la categoría más destacada fue la de *innovación educativa* (55%), centrada en las actividades más significativas y su impacto en el aprendizaje; seguida por *problemáticas del contexto*, donde se valoró la oportunidad de analizar críticamente las implicaciones ambientales, sociales y éticas de la minería del carbón en Socotá. La tercera categoría más mencionada fue *familia-colegio* (15%), en la que los participantes resaltaron la importancia de fortalecer los vínculos entre la escuela y la comunidad como un factor determinante para el éxito de las estrategias educativas. Por su parte, las categorías *proyectos-energía* (11%) y *recursos* (1%), aunque con menor número de citas, subrayan la relevancia de promover la interdisciplinariedad en el desarrollo de proyectos de aula y de reconocer los recursos disponibles en la institución y en el municipio, para su aprovechamiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

CONCLUSIONES

La revisión realizada permitió identificar que la producción académica sobre educación en energías renovables para estudiantes de básica secundaria, desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), se ha centrado en metodologías activas que promueven el aprendizaje contextualizado, aunque persisten vacíos en la integración de enfoques basados en proyectos y cuestiones socio científicas (CSC). Se evidencia una tendencia hacia la formación de competencias prácticas y ciudadanas mediante el trabajo colaborativo, la vinculación con la comunidad y el uso del entorno como fuente de aprendizaje. Sin embargo, aún es limitado el dominio docente sobre las CSC y las implicaciones socioambientales de las energías renovables, lo que demanda procesos de formación continua. Los hallazgos revelan además confusiones conceptuales entre fuentes de energía renovables y no renovables, situación que subraya la necesidad de materiales educativos actualizados que fortalezcan la comprensión crítica y la toma de decisiones responsables. En conjunto, las investigaciones analizadas destacan la urgencia de implementar propuestas pedagógicas integrales que articulen la reflexión científica, tecnológica y social, con miras a desarrollar una cultura energética sostenible y comprometida con el contexto local; lo que permitió justificar la presente investigación



El diseño e implementación de prototipos sucesivos basados en proyectos de aula y cuestiones sociocientíficas (CSC) permitió a los estudiantes de básica secundaria de la IE Técnica Francisco José de Caldas de Socotá comprender y abordar problemáticas energéticas de su entorno desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). A través de la intervención educativa, los estudiantes identificaron desafíos locales —como los impactos de la minería del carbón— y propusieron alternativas sostenibles centradas en energías limpias, fortaleciendo su pensamiento crítico, trabajo colaborativo y capacidad de argumentación. La experiencia evidenció que este enfoque promueve aprendizajes significativos, fomenta la conciencia socioambiental y potencia la formación ciudadana desde edades tempranas. Además, se consolidó una comunidad de práctica docente que transformó sus metodologías, integrando la interdisciplinariedad, las TIC y el contexto como ejes del aprendizaje. A pesar de limitaciones de tiempo y recursos, la participación activa de docentes, estudiantes y familias demostró la viabilidad y relevancia del prototipo, validando su efectividad como estrategia de innovación educativa orientada hacia una transición energética justa, una educación científica de calidad y una participación ciudadana comprometida con la sostenibilidad local.

La sistematización y análisis de las categorías teóricas y metodológicas emergentes evidenciaron que la innovación educativa implementada en torno a las energías renovables, desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), constituye una estrategia efectiva para contextualizar el aprendizaje y fortalecer la formación integral de los estudiantes. El prototipo basado en proyectos de aula y cuestiones sociocientíficas (CSC) permitió articular dimensiones ambientales, sociales y económicas del contexto de Socotá, favoreciendo la reflexión crítica, la investigación escolar y el compromiso ciudadano. Estas categorías emergentes orientaron la práctica pedagógica hacia un modelo interdisciplinario y participativo que promueve la motivación, la apropiación del conocimiento y la construcción colectiva de soluciones sostenibles. Además, se consolidaron principios de diseño flexibles y transferibles a otros entornos educativos, sustentados en la colaboración entre docentes, estudiantes, familias y comunidad, lo que reafirma el potencial transformador de esta innovación educativa para fortalecer la educación en energías renovables, la educación científica, la conciencia ambiental y la acción social responsable en contextos locales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, H., Rodríguez, M., González, M., & Villarreal, S. (2017). Importancia de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa para la Educación. *Educateconciencia*, 163-174.
- Bannan, B. (2009). The integrative learning design framework: An illustrated example from the domain of instructional technology. *An introduction to educational design research*, 53-73.
- Bedoya-Ortiz, D. H. (2023). Nuevas Prácticas Pedagógicas Encaminadas Hacia la Educación del Futuro: Cuestión Socio Científica como Metodología de Transformación en Colombia. *Revista Perspectivas*, 8(S1), 411–420. <https://doi.org/10.22463/25909215.4410>
- Benito Crosetti, B., & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- Calixto, R., (2022). Estudiantes del bachillerato y cambio climático. Un estudio desde las representaciones sociales. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 237-255. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.14>
- Doran, G. T. (2022). There's a SMART way to write management's goals and objectives. *Management Review*, 70(11), 35–36.
- Gallego, A. P., Salamanca, J. E., & Ballesteros, V. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos, una experiencia de aula para la educación energética en estudiantes de ingeniería electrónica. *Revista TED*. (Extraordinario), 1-7.
- García- Arévalo, S. A. (2022). Educación ambiental para la sustentabilidad, una apuesta desde la pedagogía crítica y sentipensante. *Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana*, 14(14), 68–77. <https://doi.org/10.35600/25008870.2022.14.0214>
- Genisa, M. U.; Subali, B.; Djukri; Agussalim, A.; Habibi, H. (2020). Socio-scientific issues implementation as science learning material. *International Journal of Evaluation and Research in Education*. 9 (2), 311–317.
- González, A. (2018). El concepto "energía" en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(2), 1–12.



González, E., & Meira, P. (2011). Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable. *Trayectorias*, 11(29), 6-38.

González, E., & Meira, P. (2020). Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, 42(168), 157–174.

Guo, L. (2022). Using metacognitive prompts to enhance self-regulated learning and learning outcomes: A meta-analysis of experimental studies in computer-based learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 811–832. <https://doi.org/10.1111/jcal.12650>

Li, J., & Xue, E. (2023). Dynamic interaction between student learning behaviour and learning environment: Meta-analysis of student engagement and its influencing factors. *Behavioral Sciences*, 13(1), 59. <https://doi.org/10.3390/bs13010059>

Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné Episteme y Didaxis*. (36), 77 - 94.

Mendivelso, L., & Quiroga, K. (2024). *Inversión de los salarios de los trabajadores en el desarrollo del núcleo familiar en minería en los principales municipios en la provincia de Valderrama en Boyacá Colombia*. Retrieved from Universidad EAN:
<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/13364/TinocoAndres2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oliver, K. L. (1998). A journey into narrative analysis: A methodology for discovering meanings. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17(2), 244-259.
<https://doi.org/10.1123/jtpe.17.2.244>

Panadero, E., & Broadbent, J. (2018). Developing evaluative judgement: A self-regulated learning perspective. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(7), 1–14.
<https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1427214>

Plomp, T. (2009). *Cross-National Information and Communication Technology Policies and Practices in Education*. IAP.

Plomp, T. (2018). Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução. En Plomp, T., Nieveen, N., Nonato, E., & Matta, A., Pesquisa-Aplicação Em Educação, uma introdução. (págs. 25-66). São Paulo: Artesanato Educacional Ltda.



Reeves, T., Herrington, J., & Oliver, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of computing in higher education*, 96-115.

Rizki, I. A., Hariyono, E., Suprapto, N., Dawana, I. R., & Shobah, N. (2024). Renewable Energy Learning Project in Physics Classroom: Achieving Education for Sustainable Development. *TEM Journal*, 13(2), 1452-1460. <https://doi.org/10.18421/TEM132-59>

Salamanca, D. F. (2022). *Conflictos ambientales relacionados con la población de Socotá (Boyacá) y el Páramo de Pisba, 1977-2010* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio UPTC. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/8886>

Vanegas, O. (2020). *La motivación y planificación como reto pedagógico para el desarrollo del aprendizaje autónomo, que deben asumir los docentes con estudiantes de educación superior presencial, en transición a educación remota asistida por las TIC en Colombia en contexto d.* Retrieved from Universidad Nacional abierta y a Distancia:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38029>

Walter, Y., Rogers, P., & Nakamura, T. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: Prompt engineering, AI literacy and critical thinking. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>

Zúñiga-González, L. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos en la Educación en Energías Renovables. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 281-288.

Zúñiga-González, L. R., & Molina-Andrade, A. (2021). *Enfoque CTS en la educación en energías renovables para la participación ciudadana* [Ponencia]. En Memórias do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Caldas Novas, Goiás, Brasil. Recuperado de

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV1_55_MD1_SA108_ID911_27062021114759.pdf

Zúñiga-González, L., & Valverde-Berrocoso, J. (2021). *Antecedentes Design Research en la educación en energías renovables*. En *Libro de actas del 2.º Congreso Caribeño de Investigación*



Educativa: Nuevos paradigmas y experiencias emergentes (Vol. 2, pp. 355–361). Congreso Caribeño de Investigación Educativa. Recuperado de

<https://congresos.isfodosu.edu.do/index.php/ccie/article/view/344>

Zúñiga-González, L. R., & Molina-Andrade, A. (2023). Revisión de antecedentes: la educación en energías renovables desde la perspectiva del aprendizaje basado en proyectos y cuestiones socio científicas. Revista Electrónica EDUCyT, 13(1), 19-46.

<https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/257>

Zúñiga-González, L. R., Molina Andrade, A., & Mateus Vargas, M. (2024). *Conocimientos de los docentes de la IE Técnica Francisco José de Caldas del municipio de Socotá, acerca del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Cuestiones Socio-Científicas (CSC) y energías renovables (ER)*. Bio-grafía, 17(Extra), 1603-1611.

Zúñiga-González, L. R., Molina-Andrade, A., & Mateus-Vargas, M. (2025). *Conocimientos de los estudiantes de la IE Técnica Francisco José de Caldas del municipio de Socotá acerca de las energías renovables (ER)*. En Libro de Actas del 5.^o Congreso Caribeño de Investigación Educativa: Educación para el futuro, desarrollo sostenible y la inteligencia artificial como herramientas para el cambio (pp. 105-113). Punta Cana, República Dominicana: Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña.

