

Aprendizaje basado en problemas en educación ambiental, perspectivas sobre minería desde la sensibilización estudiantil en La Jagua de Ibirico

Problem Based Learning in Environmental Education, perspectives on Mining from student awareness in La Jagua de Ibirico

Carlos Alfredo Marimón Pérez¹
Jeanvier Jesús García Cogollo²
Luis Carlos Díaz Muegue³

Resumen

La investigación presentada en este artículo se ha realizado en la Institución Educativa José Guillermo Castro Castro, ubicada en La Jagua de Ibirico, municipio minero-carbonífero del departamento del Cesar, en Colombia; dicho trabajo adoptó un enfoque cualitativo, fundamentado en la investigación participativa y empleando el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como técnica de sensibilización en educación ambiental, dirigido específicamente a 180 estudiantes de último grado académico para evaluar su comprensión respecto a la minería, sus impactos y su relación con los tres pilares del desarrollo sostenible. La información recolectada fue sistematizada mediante el software ATLAS.ti 9 y analizada usando la técnica de análisis de contenido para generar redes semánticas y nube de palabras que definieron condicionantes de fundamentación en los planteamientos del estudiantado, lo cual permitió el diseño, la ejecución y el análisis pre y posaplicación de una técnica funcional en pro de su objetivo. Se observaron cambios con respecto al propósito de esta investigación, evidenciando un fortalecimiento del pensamiento crítico en relación con la comprensión del desarrollo sostenible, sus pilares y su conexión con las actividades mineras en el territorio.

Palabras clave: problemas, minería, estudiantes, conocimiento, contaminación

¹ Fundación Universitaria del Área Andina. E-mail: cmarimon@estudiantes.areandia.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3826-729X>

² Fundación Universitaria del Área Andina. E-mail: jgarcia145@estudiantes.areandina.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4182-9338>

³ Fundación Universitaria del Área Andina. E-mail: ldiaz164@areandina.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9587-6061>



TEMÁTICA LIBRE

[HTTPS://DOI.ORG/10.36737/01230425.N48.3261](https://doi.org/10.36737/01230425.N48.3261)



IDEP



Abstract

The research presented in this article was conducted at the José Guillermo Castro Castro Castro Educational Institution, located in La Jagua de Ibirico, a coal mining municipality in the department of Cesar in Colombia; this work adopted a qualitative approach based on participatory research and using Problem Based Learning (PBL) as a technique for raising awareness in environmental education, specifically directed at 180 students in their last academic year to evaluate their understanding of mining, its impacts and its relationship with the three pillars of sustainable development. The information collected was systematized using ATLAS.ti 9 software and analyzed using the content analysis technique to generate semantic networks and word clouds that defined conditioning factors in the students' approaches, which allowed the design, execution and pre and post application analysis of a functional technique in favor of its objective. Changes were observed with respect to the purpose of this research, evidencing a strengthening of critical thinking in relation to the understanding of sustainable development, its pillars and its connection with mining activities in the territory.

Keywords: problems, mining, students, learning, pollution

Introducción

El entorno ambiental de territorios mineros genera intensos debates, reflejando la perspectiva ante posibles situaciones únicas. Guadalupe y Carrillo (2012) señalan que existe una concepción desfavorable frente a la minería en las escuelas, por falta de conocimiento específico sobre la misma, destacando la necesidad de cambiar estos escenarios. La percepción y aceptación de las actividades mineras se ven significativamente influidas por el grado de exposición a la misma, revelando su papel crucial en muchos países en desarrollo, a pesar de sus imperfecciones (Githiria y Onifade, 2020). Según un informe del UNDP y UN Environmental (2018), la minería impacta de manera tanto positiva como negativa en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente afectando a 11 de los 17 definidos.

El sector minero en Colombia, centrado mayormente en la extracción de carbón térmico, desempeña un papel crucial en la economía nacional, contribuyendo con un 53,8 % al Producto Interno Bruto (PIB), según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023), con cifras del DANE.

Aunque ha generado impactos positivos, especialmente en el desarrollo regional, la minería a cielo abierto, empleada por varias empresas, plantea desafíos ambientales significativos, como señala Vilorio de la Hoz (1998). Dada la importancia de comprender el contexto lo-

cal, donde la actividad minera es vital, pero genera impactos ambientales notables, Montoya (2018) sugiere que la educación ambiental puede ser una herramienta clave para lograr un desarrollo equilibrado, enfocándose en la comprensión y preservación del entorno en los territorios minero-carboníferos del Cesar.

En Colombia, la educación ambiental se concibe como un proceso interactivo que capacita a la sociedad con habilidades críticas y reflexivas para abordar problemas ambientales a nivel local, regional y nacional (Ley 1549 de 2012). Este enfoque busca la participación de la sociedad en la implementación de soluciones integrales, transformando comunidades hacia la gestión racional del medio ambiente. Es crucial considerar el contexto para fomentar la comprensión y adopción de prácticas que aseguren la conservación y el equilibrio ambiental, ya que juega un papel esencial en el fortalecimiento de capacidades para abordar problemáticas en territorios afectados.

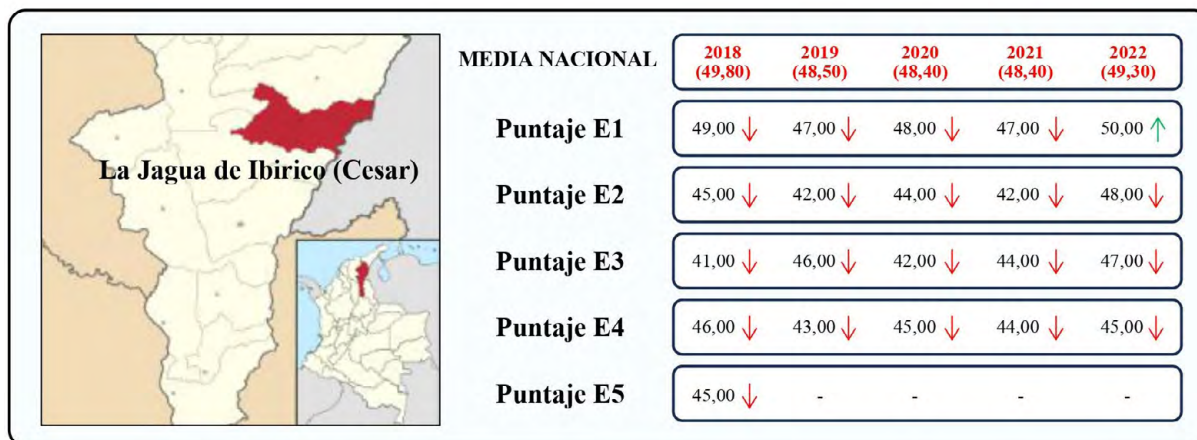
Según el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022 – 2026, del Gobierno del Cambio en Colombia, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2023), la educación se destaca como un factor clave para el desarrollo humano y ambiental. Aunque se reconoce el papel fundamental del sector minero del carbón en el desarrollo territorial, subraya los impactos negativos asociados. El plan resalta la importancia de la educación para la juventud, señalando que el acceso a la información y el desarrollo de habilidades técnicas pueden influir positivamente en el progreso social.

A pesar de la relevancia atribuida a la educación ambiental, el documento no aborda de manera específica los contextos afectados por la minería del carbón. Resulta llamativo que las estrategias propuestas para mejorar la calidad educativa no enfoquen la educación ambiental en territorios mineros-carboníferos, resaltando la necesidad de abordar este aspecto.

En La Jagua de Ibirico, destacado municipio minero en el Cesar, los puntajes bajos en el examen Saber 11 (Figura 1.) de algunas escuelas (E1, E2, E3, E4, y E5), en áreas que consideran las Ciencias Naturales y el ambiente, revelan la carencia de una educación estructurada para comprender los desafíos locales. Esto subraya la necesidad apremiante de programas educativos adaptados a las complejidades mineras del municipio. Para Bonet y Aguilera (2018), una de las razones principales por las que se generan percepciones erradas de la actividad de extracción de carbón en ese sector es el modelo económico de enclave que se maneja alrededor de este campo, lo que plantea desafíos en términos de desarrollo económico inclusivo y sostenible.

Figura 1

Puntaje promedio por año – Examen Saber 11 (Ciencias Naturales y Educación Ambiental), algunas escuelas de La Jagua de Ibirico (Cesar)



Nota. Este esquema compara los puntajes promedios, por año, del examen Saber 11, en diferentes escuelas del municipio de La Jagua de Ibirico, en el departamento del Cesar, teniendo en cuenta el área específica de Ciencias Naturales - Educación Ambiental y la media nacional correspondiente a los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022. Fuente: Adaptado de (ICFES, 2023).

Massolo (2015) define la educación ambiental como un proceso destinado a motivar y sensibilizar a la sociedad, fomentando conductas favorables para el cuidado del entorno y promoviendo el desarrollo social. Rachman *et al.* (2020) aseguran que una herramienta eficiente para abordar la falta de conocimientos específicos y desarrollar la capacidad de pensamiento crítico en el campo de la educación ambiental es el ABP, con bases que sirvan de referencias sólidas con respecto al nivel de conocimiento adquirido hasta cierto punto. En el ámbito educativo esto es importante porque se sustenta en el hecho de desaprender para volver a aprender, lo cual no solo se trata de demoler sino también de construir, explorando nuevas perspectivas hacia un futuro compartido y participando activamente en su formación (Franquesa *et al.*, 2021).

Según Azqueta y Sotelsek (2019), la relevancia en aumento de la minería y su conexión con los pilares del desarrollo sostenible destaca como un campo crucial, ofreciendo oportunidades significativas. Esta perspectiva no solo profundiza en los aspectos esenciales de la actividad extractiva, sino que también genera conocimiento valioso con potencial impacto en la gestión ambiental de territorios mineros. Hidayati *et al.* (2020) subrayan la importancia de la educación como factor clave en los cambios de comportamiento en estas áreas, señalando la pérdida de interés de los estudiantes debido a la falta de comprensión específica. Destacan la educación

y el medio ambiente como elementos cruciales que influyen en estos cambios, resaltando la necesidad de comprender las ventajas y desventajas del desarrollo minero en las áreas más afectadas, con énfasis en que una población informada impulsa la sostenibilidad.

El uso de herramientas cualitativas para el análisis de contenido es esencial en la educación ambiental y sus formas de aplicarla, así lo muestran Pérez y Arroyo (2022) al usar ATLAS.ti para profundizar en el conocimiento y contextualizar respuestas, para interpretar percepciones mediante la elaboración de redes semánticas y nubes de palabras. El objetivo central de esta investigación fue aplicar el ABP como técnica de sensibilización en educación ambiental, con enfoque de desarrollo sostenible para indagar en la comprensión de estudiantes sobre minería y sus impactos en el territorio minero-carbonífero de La Jagua de Ibirico, en el departamento del Cesar, considerando las relaciones y la elaboración de criterios mediante la caracterización de factores condicionantes con el uso de ATLAS.ti e involucrándolos en el análisis y la resolución de un problema contextualizado en el territorio. El documento se estructuró en cinco espacios, facilitando su comprensión.

Métodos

Se aplicó un enfoque cualitativo basado en investigación participativa con paradigmas interpretativos y constructivistas. Los participantes fueron colaboradores activos, valorando sus voces y perspectivas en la generación de conclusiones (Colmenares, 2012). Se utilizó el ABP como técnica de sensibilización en educación ambiental, focalizando la intervención en estudiantes de último grado de la Institución Educativa José Guillermo Castro Castro. La elección de la unidad de estudio se realizó cumpliendo criterios lógicos y requisitos establecidos (Rodríguez *et al.*, 1996), asegurando una representación diversa de género con la participación de 180 estudiantes.

Se consideraron los factores que influyeron en los planteamientos de los estudiantes al abordar problemas vinculados con la actividad extractiva. Para ello, se empleó el ABP, un método activo que, según Savin y Howell (2004), Torp y Sage (2006), Prieto *et al.* (2006), y Guamán y Espinoza (2022), se caracteriza por analizar problemas reales o diseñados para el desarrollo de capacidades. Esta herramienta adaptable utiliza la observación participativa y directa para la recolección de información, ofreciendo la ventaja de ajustarse desde diversas panorámicas. Siguiendo la perspectiva de Pérez y Arroyo (2022), se introdujo a los estudiantes en un escenario de crítica personal, donde primó la consideración de los tres pilares de la sostenibilidad para formular sus opiniones.

Se empleó la técnica de análisis de contenido de texto con el software ATLAS.ti 9 para analizar los datos cualitativos. Esta técnica, definida por Krippendorff (1990), Penalva *et al.* (2015a), Penalva *et al.* (2015b), y Ramírez y Bustos (2021), permite la creación de redes semánticas, nubes de palabras y facilita inferencias e interrelaciones basadas en datos y codificaciones textuales, simplificando el análisis de datos y su interpretación.

Considerando lo anterior, a continuación, se presentan los espacios que definen y complementan toda la metodología:

- **Espacio 1. Diagnóstico inicial.** Se aplicó a los estudiantes un cuestionario diagnóstico antes de la sensibilización, basado en la encuesta anual 2023, Brújula Minera de la industria del carbón en Colombia (Brújula Minera, 2023), instrumento de recolección recomendado por García (2004) para obtener datos cualitativos mediante la respuesta a preguntas abiertas. El propósito fue evaluar el conocimiento y la percepción de los estudiantes sobre la minería y sus impactos, analizando su comprensión de conceptos, procesos y efectos. Este diagnóstico se administró individualmente a cada estudiante.

- **Espacio 2. Diseño estratégico de la técnica de sensibilización basado en ABP.** Se inició el proceso organizativo con un análisis del diagnóstico inicial, obteniendo una comprensión integral de la situación, lo que permitió elaborar un plan detallado para la implementación de la técnica, que incluyó un cronograma con fases específicas, asignación de recursos y definición de roles para el personal. Se garantizó que todos los estudiantes tuvieran acceso a los elementos necesarios, asegurando una participación equitativa.

- **Espacio 3. Aplicación de Pretest.** Para establecer un enfoque clave, se identificaron los aspectos más relevantes de las actividades mineras en el territorio. Se inició con la aplicación de un Pretest a grupos de cinco estudiantes, enfrentando una situación hipotética contextualizada en el área. Este paso marcó el inicio de la técnica después de aplicar y analizar el diagnóstico inicial para elaboración de la técnica mencionada en el Espacio 2, reconociendo su importancia y la oportunidad de abordarla desde la perspectiva del ABP.

- **Espacio 4. Aplicación de la técnica de sensibilización.** Con la técnica diseñada y estructurada, tras aplicar y analizar el Pretest y el diagnóstico inicial, se ejecutó conforme al plan establecido y con los recursos necesarios. Destaca que la implementación se llevó a cabo en un periodo de tres días.

- **Espacio 5. Aplicación de Postest (Delegando líderes).** Al concluir la ejecución de la técnica, se aplicó nuevamente el Pretest con pautas nuevas y líderes designados. El propósito fue

comparar los resultados posteriores a la intervención, con los datos iniciales de referencia, permitiendo así observar y analizar los cambios ocurridos.

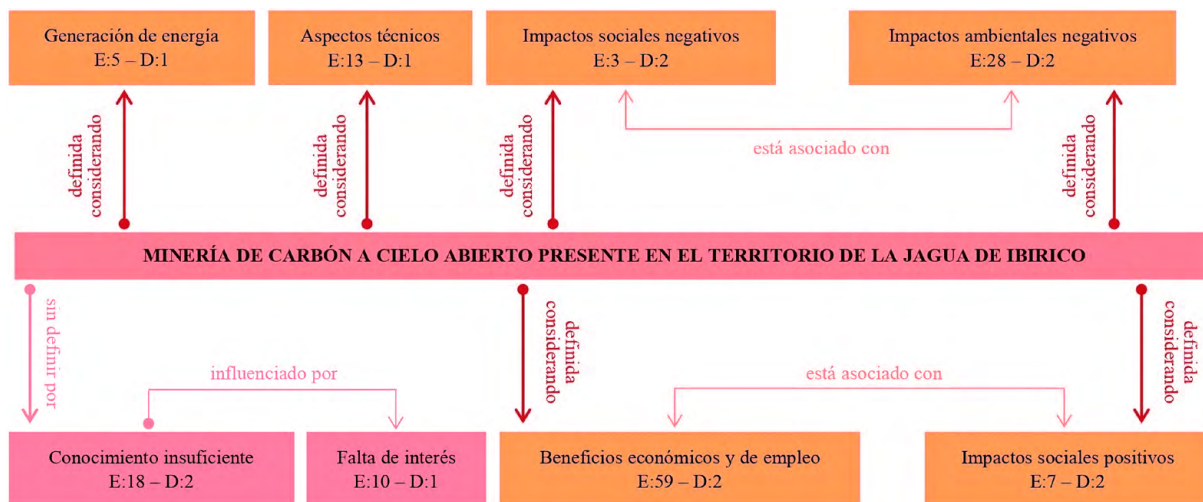
Resultados

Espacio 1. Diagnóstico inicial

En la Figura 2 se destaca que el beneficio económico y laboral sobresalen como factores determinantes en las definiciones de la minería de carbón a cielo abierto en La Jagua de Ibirico, con fuertes vínculos con los aspectos sociales. Se identificaron impactos ambientales y sociales, positivos y negativos, así como factores más específicos, como la generación de energía y aspectos técnicos. Se observaron barreras explicativas, como la falta de respuesta, relacionada con la insuficiencia de conocimientos y la falta de interés previo en la temática.

Figura 2

Red semántica 1, definición de la minería de carbón a cielo abierto en el territorio de La Jagua de Ibirico

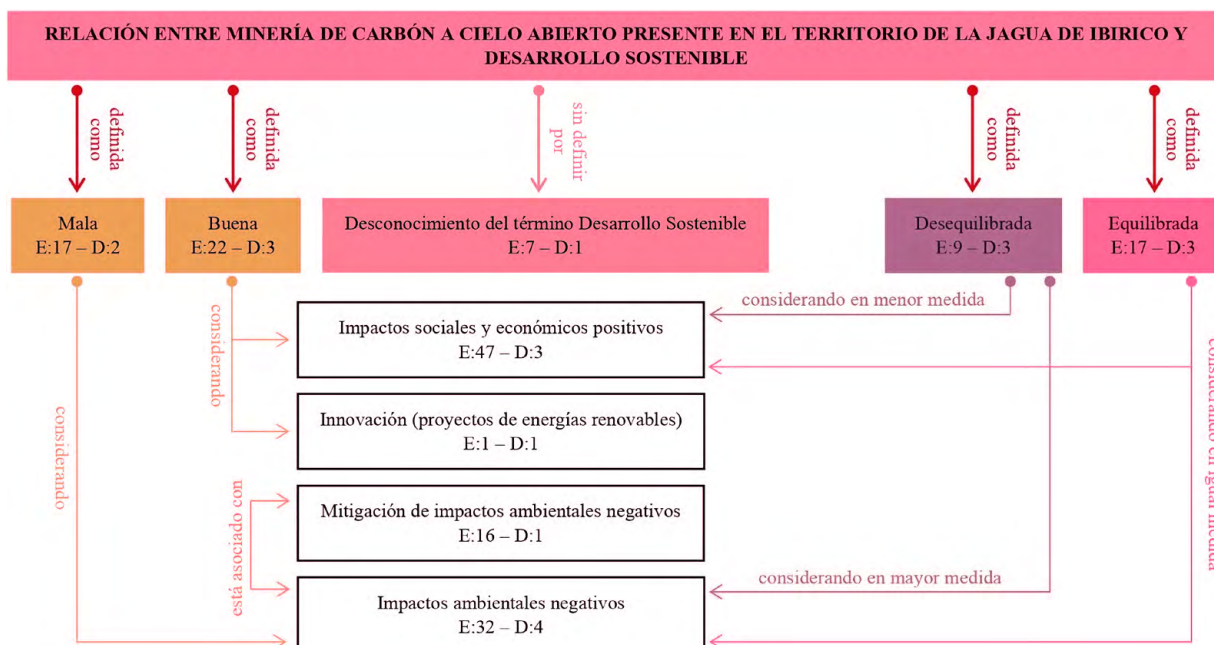


Nota. Esta figura muestra los factores más influyentes al definir la minería de carbón a cielo abierto presente en el territorio de La Jagua de Ibirico, identificados con el análisis de las respuestas a la pregunta ¿Qué sabes sobre la minería de carbón a cielo abierto presente en el territorio? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

La Figura 3, evidencia que para establecer una buena conexión entre minería de carbón a cielo abierto en La Jagua de Ibirico y el desarrollo sostenible, se valora la innovación, particularmente proyectos de energías renovables, junto con los impactos sociales y económicos positivos. En contraste, al definir una mala relación, los estudiantes fundamentaron su criterio principalmente en los impactos ambientales adversos; por otro lado, se identificó una relación equilibrada cuando la mitigación de impactos ambientales y los efectos sociales y económicos positivos se consideran en igual medida, mientras caracterizan el desequilibrio, otorgando mayor influencia a los impactos ambientales negativos en comparación con los impactos sociales y económicos positivos.

Figura 3

Red semántica 2, relación entre la minería de carbón a cielo abierto presente en el territorio de La Jagua de Ibirico y el desarrollo sostenible



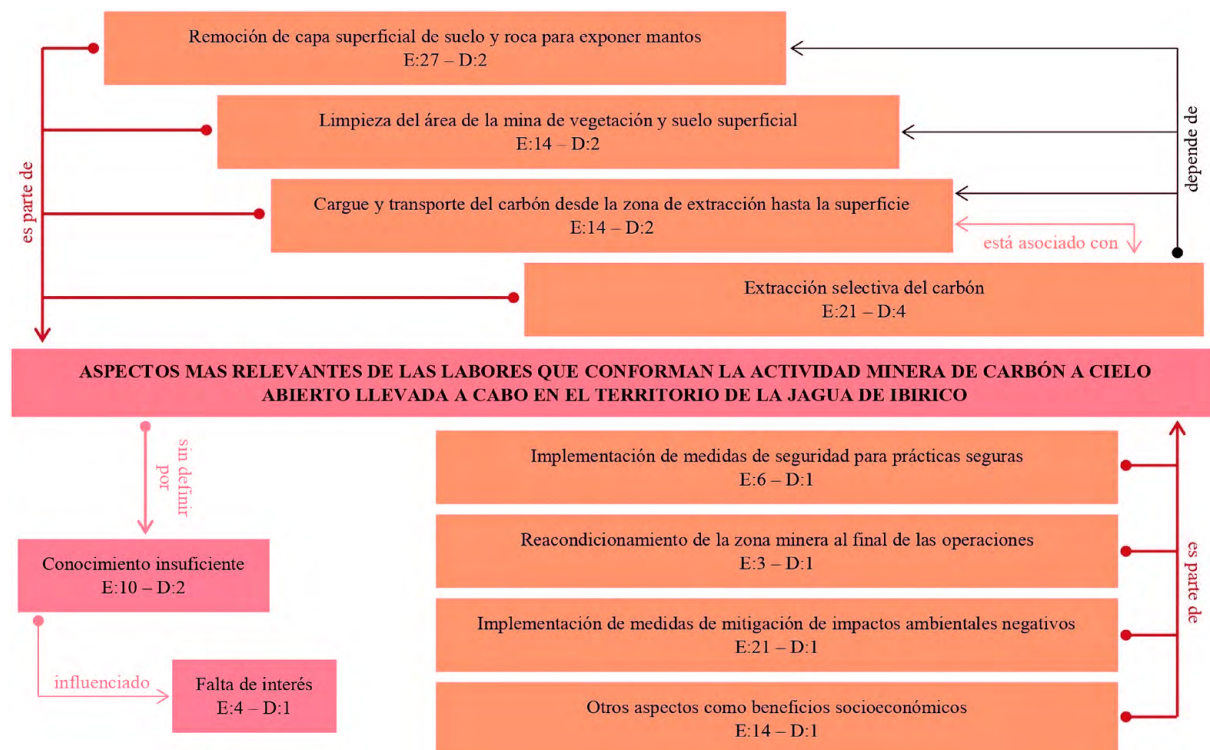
Nota. Esta figura muestra los elementos condicionantes para definir la relación entre minería de carbón a cielo abierto presente en el territorio de La Jagua de Ibirico y el desarrollo sostenible, identificados con el análisis de las respuestas a la pregunta ¿Cómo crees que la minería de carbón a cielo abierto presente en el territorio, se relaciona con el desarrollo sostenible? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

En la Figura 4, si bien no se ofrecieron respuestas específicas sobre los aspectos más relevantes de la minería de carbón a cielo abierto en La Jagua de Ibirico, las descripciones rela-

cionadas proporcionaron una idea de la importancia para los estudiantes en este contexto. Se destacó la remoción de la capa superficial de suelo y roca para exponer los mantos de carbón (excavaciones y voladuras) como la descripción más influyente; según Herrera y Ortiz (2006) esta actividad del proceso de extracción acompaña la selectividad del carbón, dependiendo de la limpieza del área de la mina, de vegetación y suelo superficial (descapote).

Figura 4

Red semántica 3, aspectos más relevantes de las labores que conforman la minería de carbón a cielo abierto en el territorio de La Jagua de Ibirico



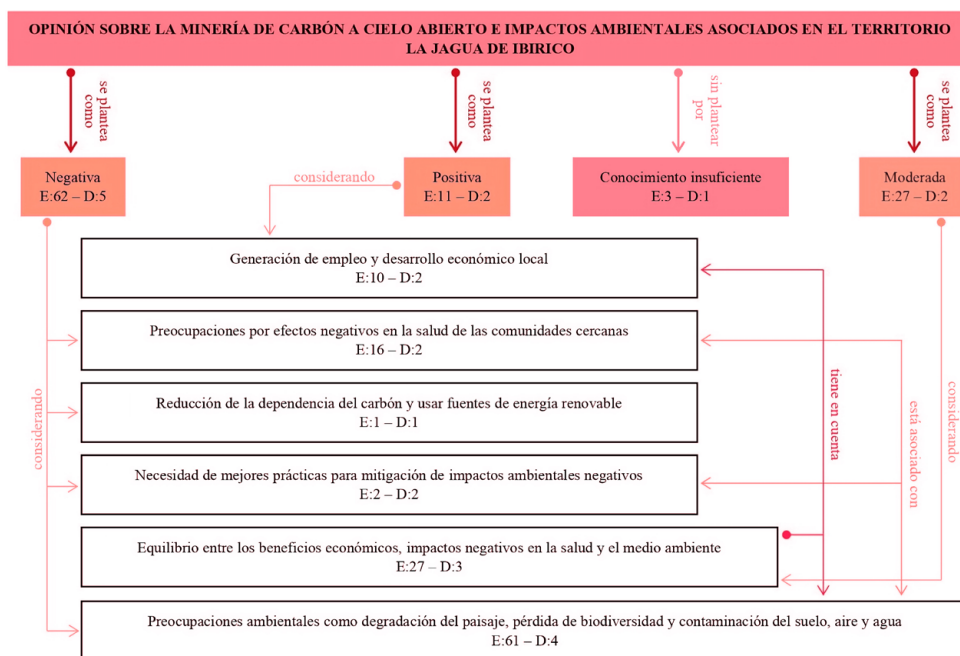
Nota. Esta figura muestra descripciones consideradas para identificar aspectos importantes de las labores que integran la actividad minera de carbón a cielo abierto, presente en el territorio de La Jagua de Ibirico, identificadas con el análisis de las respuestas a la pregunta ¿Cuáles consideras que son los aspectos más relevantes de las labores que conforman la actividad minera de carbón a cielo abierto, llevada a cabo en el territorio? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

Los estudiantes destacan en sus percepciones sobre las labores mineras de carbón a cielo abierto en La Jagua de Ibirico, aspectos como la voladura, el descapote y la extracción selectiva

del carbón, así como la carga y transporte a la superficie. Sin embargo, muestran desconocimiento sobre otros aspectos igualmente relevantes, como la implementación de medidas de seguridad, vinculada a prácticas seguras según Herrera y Ortiz (2008), y el reacondicionamiento de la zona minera al finalizar las operaciones, una etapa de cierre y abandono minero, según López (2021).

En relación con las opiniones sobre la minería de carbón a cielo abierto y sus impactos ambientales en La Jagua de Ibirico, la Figura 5 expone opiniones positivas en empleo y desarrollo económico, negativas en impactos ambientales como degradación y pérdida de biodiversidad, y opiniones moderadas buscando equilibrio entre beneficios y perjuicios. Lo anterior revela la complejidad de perspectivas y ponderación de factores socioeconómicos y ambientales en las opiniones estudiantiles.

Figura 5
Red semántica 4, opinión sobre la minería de carbón a cielo abierto y los impactos ambientales asociados en el territorio de La Jagua de Ibirico

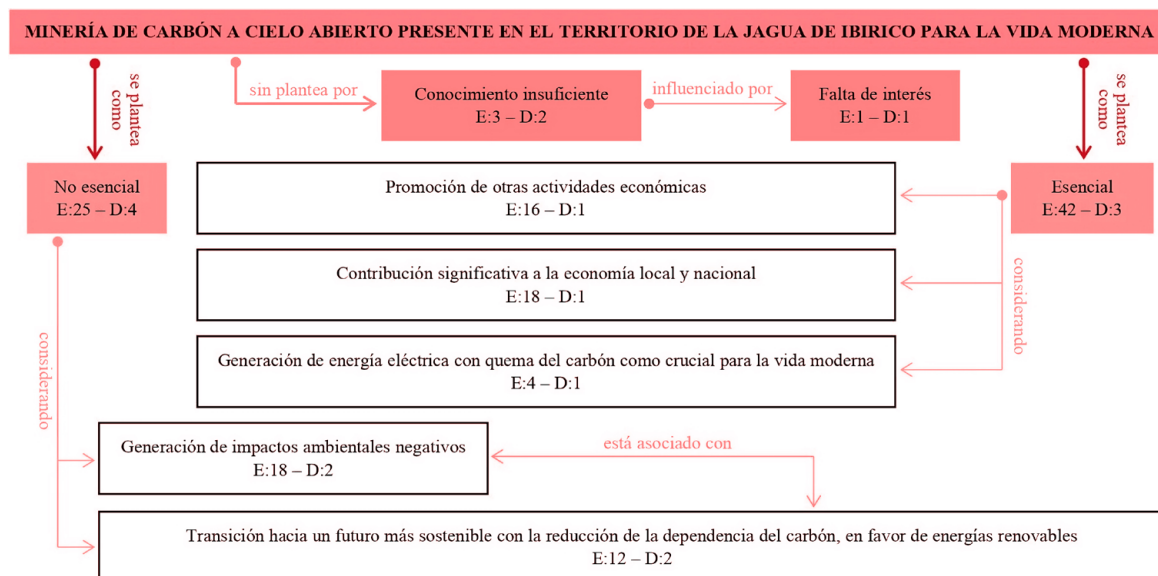


Nota. Esta figura muestra la interrelación de elementos condicionantes para plantear una opinión sobre la minería de carbón a cielo abierto y los impactos ambientales asociados en el territorio de La Jagua de Ibirico, identificados con el análisis de las respuestas a la pregunta ¿Qué opinas sobre la minería de carbón a cielo abierto y los impactos ambientales asociados en el territorio? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

Es considerable cómo los alumnos destacan el equilibrio entre beneficios económicos e impactos negativos al opinar sobre minería de carbón en La Jagua de Ibirico. Asocian preocupaciones ambientales con daños a la salud, mostrando interés leve por reducir la dependencia del carbón y favorecer energías renovables. Resaltan la necesidad de mejores prácticas y exploración de alternativas sostenibles en pro de minimizar impactos y aumentar las oportunidades con respecto a la forma de aprovechar los escenarios que el contexto presenta al asociar diferentes aspectos.

En la Figura 6, la contribución económica se destaca como factor clave para la esencialidad de la minería, seguida por actividades económicas relacionadas y la importancia en la generación de energía, aunque en menor medida. A pesar de opiniones mixtas de los estudiantes sobre su esencialidad, resalta que en la región esta se deriva de diversos aspectos, generando opiniones sólidas a favor y en contra de la actividad minera. La diversidad de percepciones subraya divisiones en cuanto a la esencialidad de la minería en la vida moderna de la región.

Figura 6
Red semántica 5, esencialidad de la minería de carbón presente en el territorio de la Jagua de Ibirico para la vida moderna



Nota. Esta figura muestra elementos que los estudiantes consideran al momento de plantear una opinión con respecto a la esencialidad de la minería de carbón a cielo abierto en el territorio de La Jagua de Ibirico, para la vida moderna, identificados con el análisis de las respuestas a la pregunta ¿Crees que la minería de carbón a cielo abierto es esencial para la vida moderna? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

La nube de palabras en la Figura 7 destaca términos clave como "contaminación", "aire", "agua", "suelo" y "deforestación", la evidencia muestra la preocupación de los estudiantes por los impactos ambientales negativos asociados. Esto refleja una conexión directa con términos como "salud", "enfermedades", "respiratorias", "habitantes" y "afectación", indicando la relación establecida entre los impactos ambientales de la minería de carbón y las repercusiones en la salud de la comunidad local. Esto equilibra la consideración de beneficios económicos con consecuencias sociales, resaltando que, para los estudiantes, preservar la calidad de vida y proteger el medio ambiente son aspectos esenciales que superan la importancia de la actividad económica en su territorio.

Figura 7

Nube de palabras, temas dominantes por impactos ambientales negativos, producto de actividad minera en La Jagua de Ibirico



Nota. Esta figura ofrece una representación visual de los temas dominantes entre los estudiantes sobre preocupaciones en cuanto a los impactos ambientales negativos a la actividad minera en el territorio de La Jagua de Ibirico, obtenidos partir de la interpretación de las respuestas a la pregunta ¿En tu opinión, cuáles son los impactos ambientales relacionados con la actividad minera de carbón a cielo abierto presente en el territorio de La Jagua de Ibirico? Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

Espacio 2. Diseño estratégico de técnica de sensibilización basado en ABP

Con los factores clave en el análisis del diagnóstico inicial, se establecieron las fases a implementar (ver Tabla 1) como parte de la técnica de sensibilización orientada hacia un enfoque de desarrollo sostenible centrado en ABP.

Tabla 1

Cronograma de ejecución por fases (1. Base introductoria, 2. Hablemos de minería, y 3. Los estudiantes aprenden para enseñar)

Fase	Bloque	Sección (min)	Contenido	
			Momento	Descripción
1	A	15	Bienvenida	Se presentan los encargados de la investigación y los estudiantes.
		15	Introducción	Los encargados informan sobre las fases siguientes y solicitan a los alumnos formar grupos de cinco estudiantes para el Pretest, trabajando juntos hasta la conclusión de la técnica.
	B	30	Desarrollo sostenible	Se define el desarrollo sostenible y su importancia en el mundo y el territorio. Los estudiantes opinan al respecto.
		30	Actividades mineras	Se presentan de manera breve, las actividades mineras presentes en el territorio y su impacto en la sociedad y el entorno.
	C	20	Tiempo de preguntas	Los encargados atienden preguntas de los estudiantes, comparten opiniones, debaten puntos de vista y reflexionan sobre la temática hasta ahora.
		10	Cierre y tarea	Se concluye destacando la importancia de lo que se ha explorado hasta este punto y se introduce la siguiente fase con una tarea para los alumnos, donde tendrán que informarse sobre las actividades realizadas para extraer el carbón en su territorio.
2	D	5	Bienvenida	Presentación de la fase y explicación de su propósito.
	E	60	Discusión general y definiciones	Inicia la discusión sobre la minería de carbón a cielo abierto, alentando a los estudiantes a compartir sus puntos de vista. Los encargados explican la actividad en el territorio, detallando fases desde la planificación hasta la explotación.
		30	Impactos y perspectivas locales	Se invita los estudiantes a compartir información o historias locales relacionadas con la minería de carbón a cielo abierto en su región.
	F	25	Cierre y tarea	Espacio para reflexionar sobre lo aprendido hasta ahora. Los estudiantes comparten pensamientos y opiniones sobre la actividad minera. Se les pide investigar los impactos de las actividades mineras en su territorio, preparándose para la siguiente fase.

3	G	10	Bienvenida y organización	Los encargados presentan la fase y explican su propósito, pidiendo a los estudiantes reunirse con su respectivo grupo de trabajo, distribuyéndose en el aula de clase.
		20	Socialización inicial y asignación	De manera breve los estudiantes socializan, con los encargados, los resultados de su búsqueda, con el fin de identificar los impactos ambientales investigados por grupo.
	H	Hasta finalizar	Conversatorio	Una vez concretados los momentos anteriores, los encargados deben organizar al estudiantado para un conversatorio donde expondrán lo que han encontrado, respectivamente.
	I	5	Cierre y agradecimientos	Los encargados comparten con los estudiantes sus impresiones sobre los temas del conversatorio, con el fin de motivarlos a seguir nutriéndose de información. Se cierran las fases.

Nota. Esta tabla muestra los intervalos de tiempo de ejecución para cada uno de los momentos que integran las fases.

Espacio 3. Aplicación de Pretest

Se pidió a los estudiantes formar equipos de cinco miembros para el Pretest. Enfrentaron una situación hipotética ambiental contextualizada en su territorio (Tabla 2), evaluando si consideraban los tres pilares de la sostenibilidad al proponer soluciones, planteándoles textualmente lo siguiente:

Tabla 2

Situación problema hipotética como propuesta de análisis de capacidades para plantear soluciones (Pretest y Postest)

Planteamiento – situación problema hipotética
Situación ambiental en el territorio ante la presencia de la minería de carbón a cielo abierto
En La Jagua de Ibirico, en el departamento del Cesar, la minería de carbón a cielo abierto ha evolucionado en los últimos años. Aunque ha generado empleo y recursos económicos, también ha suscitado preocupación por los impactos ambientales. La expansión de la minería presenta desafíos que afectan la biodiversidad, la calidad del agua, el aire, el suelo y la salud de las comunidades locales.
Contexto
La minería de carbón a cielo abierto en el territorio involucra la remoción masiva de capas de suelo y roca para acceder a los mantos de carbón que se encuentran cerca de la superficie. Este proceso implica el uso intensivo de maquinaria pesada, explosivos y la generación de grandes cantidades de desechos mineros, lo que tiene impactos directos en el entorno natural y en las comunidades cercanas.

Descripción de la situación hipotética

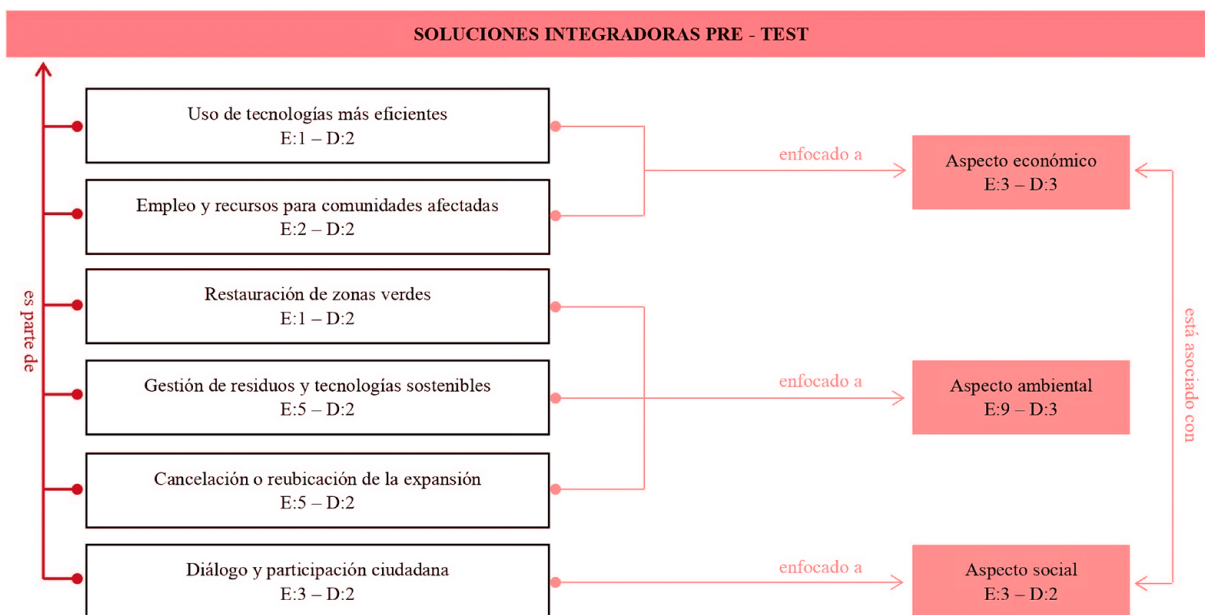
Recientemente, una empresa minera local expresó interés en expandir sus operaciones hacia una extensa zona boscosa que alberga diversas especies de flora y fauna. En la cercanía, comunidades campesinas dependen directamente de los recursos naturales que dicha zona provee para su subsistencia. Algunos residentes de La Jagua de Ibirico no están de acuerdo, preocupados por posibles impactos ambientales derivados de la expansión propuesta.

Nota. Muestra y describe de forma detallada la situación hipotética a la que los estudiantes se enfrentaron y a la cual debieron plantearle posibles soluciones que contemplaran los tres pilares del desarrollo sostenible. Fuente: elaboración propia apoyada de herramientas IA Chat GPT.

Los estudiantes ante lo planteado proporcionaron ideas para abordar la situación hipotética, obteniendo, gracias al análisis de sus propuestas, la siguiente red semántica:

Figura 8

Red semántica 6. Soluciones integradoras Pretest



Nota. Esta red semántica muestra factores que condicionan a los estudiantes para proponer soluciones en el Pretest. Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

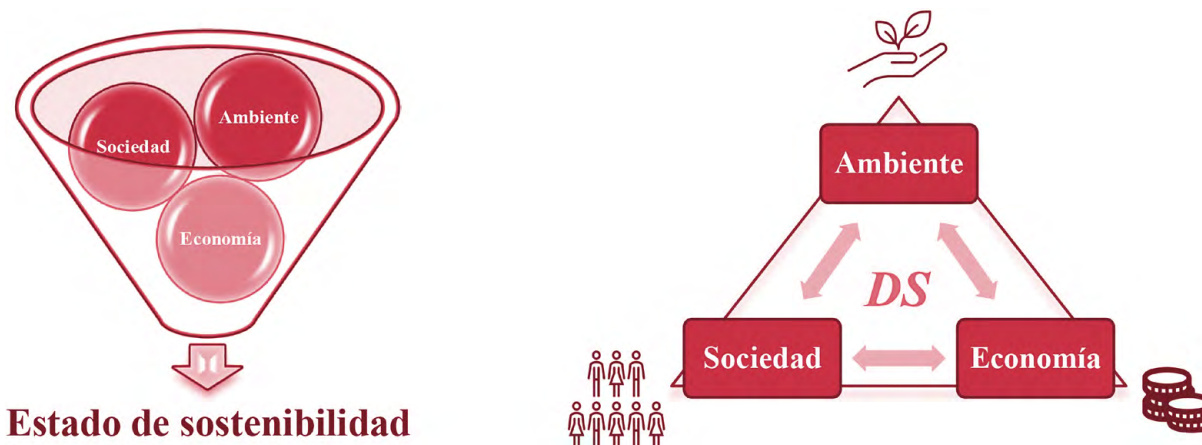
Espacio 4. Aplicación de la técnica de sensibilización

La ejecución de la técnica se hizo a lo largo de tres encuentros, los cuales fueron denominados fases, y cada una tuvo una duración de 2 horas.

Aplicación y desarrollo – Fase 1 (Base introductoria). Se introdujo a los estudiantes en el desarrollo sostenible, destacando su equilibrio entre progreso económico, social y ambiental. Según Casamassima *et al.* (2022), es un enfoque que busca equilibrar el progreso económico, social y ambiental para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones al buscar la satisfacción de las suyas. Dharmasasmita *et al.* (2023) destaca la necesidad de un valor compartido centrado en la relación entre desarrollo económico y social, defendiendo beneficios mutuos también para el aspecto ambiental.

Figura 9

Desarrollo sostenible para un estado de sostenibilidad



Estado de sostenibilidad

Nota. Muestra de dos formas distintas la integralidad del desarrollo sostenible o el logro de un estado de sostenibilidad. Fuente: (Casamassima *et al.*, 2022)

Los estudiantes comprendieron fácilmente la importancia de los tres pilares mostrados en la Figura 9 y opinaron sobre la necesidad de equilibrarlos en el territorio, obteniendo generalmente las siguientes opiniones:

Voz: Los tres pilares del desarrollo sostenible son fundamentales en La Jagua de Ibirico y deben mantenerse en equilibrio para avanzar responsablemente sin dar más importancia a uno u otro.

Voz : *En nuestro territorio el desarrollo se basa mayormente en la economía, dejando por debajo la parte social y ambiental y eso debe cambiar con el equilibrio para lograr el estado de sostenibilidad.*

Aplicación y desarrollo – Fase 2 (Hablemos de minería). En esta fase se abordó el tema minería, presentando la definición de Herrera (2017), quien la propone como una actividad técnica y racional que implica la selección y extracción desde el aprovechamiento económico de sustancias minerales sólidas, líquidas o gaseosas para cubrir necesidades de materiales para el desarrollo de sociedades humanas. Previo a la definición, los encargados preguntaron a los estudiantes sobre el término, y en la mayoría de los casos se obtuvo lo siguiente:

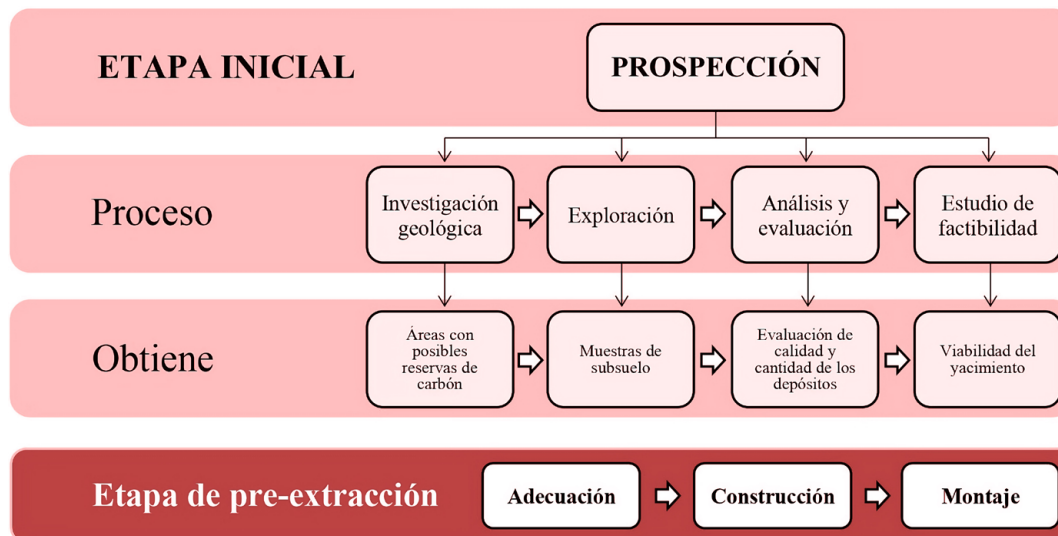
Voz : *La minería es cuando se separan capas vegetales para extraer el carbón. Este se vende y genera dinero que ayuda al desarrollo del municipio de La Jagua de Ibirico.*

Voz : *La minería tiene un impacto negativo en nuestro territorio y desde que está presente ha habido mayor número de enfermedades y desplazamiento, tanto de personas como de especies.*

Hablar de minería resultó novedoso y poco familiar para los estudiantes, a pesar de que La Jagua de Ibirico se encuentra ubicado en una zona dedicada principalmente a la explotación de carbón a cielo abierto. Aunque fue una novedad, hubo interés por conocer más sobre lo necesario para llegar a su extracción y lo que se hace después de haber sido extraído.

Figura 10

Etapas de un proyecto minero

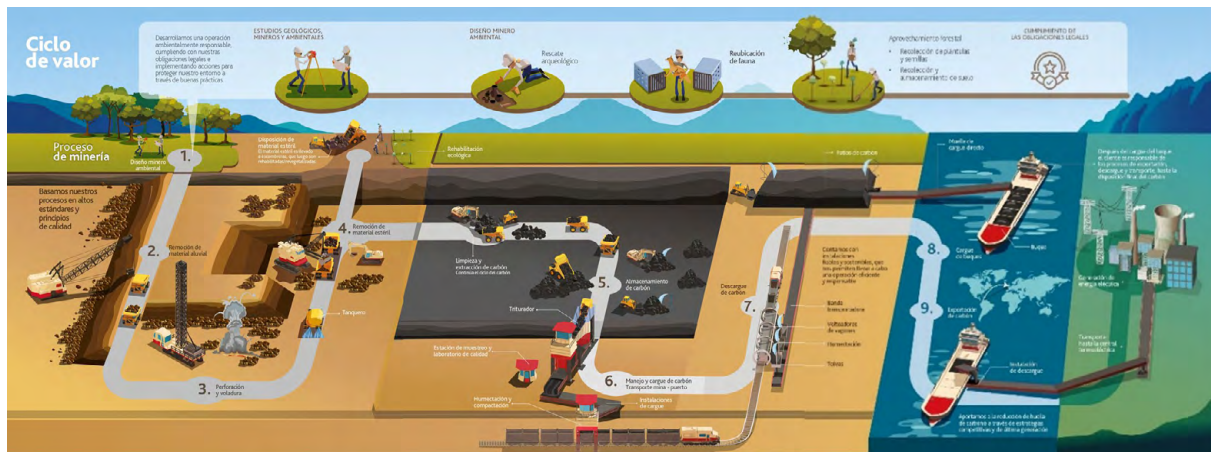


Nota. Este esquema muestra las etapas, sus procesos y resultados para lograr un proyecto minero hasta pre-extracción. Fuente: (Herrera, 2018)

Adicional a la importancia de comprender las etapas de un proyecto minero, adaptadas a la realidad del territorio de La Jagua de Ibirico, fue igualmente crucial entender las fases posteriores, incluyendo planificación previa, desmonte o descapote, remoción de material superficial, perforación y voladura, así como el movimiento de material estéril y carbón. En este punto, los estudiantes carecían de comprensión sobre la mayoría de las fases, a excepción de la voladura, relacionada con el desprendimiento de roca dura.

Figura 11

Ciclo de valor Drummond Ltd. – Informe de sostenibilidad 2021



Nota. Esta imagen muestra las fases para extracción de mantos de carbón hasta el último punto de embarque, considerando factores importantes. Fuente: (Linares et al., 2021)

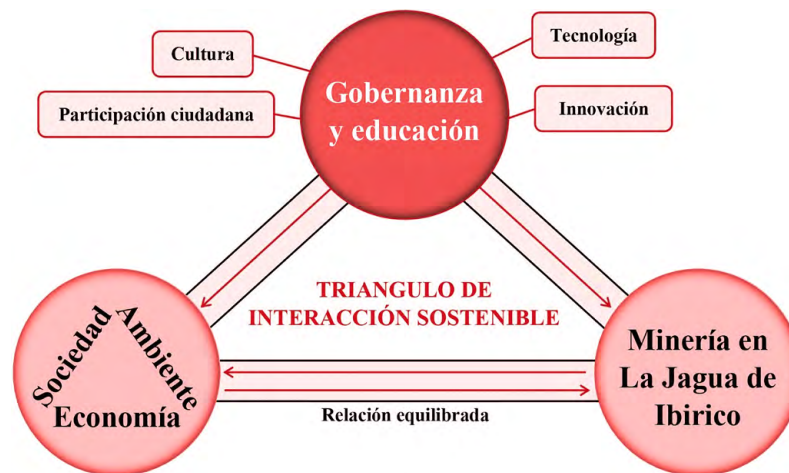
Al comprender con claridad las diversas etapas y fases que conforman gran parte del proceso de explotación, se comenzaron a establecer relaciones entre distintos elementos, permitiendo la formulación de criterios una vez aplicados los principios e identificando factores esenciales.

Aunque la mayoría de los conceptos se comprendieron teóricamente, los estudiantes expresaron su deseo de experimentarlos en tiempo real. Dado que no fue viable llevarlos a empresas mineras locales, se optó por utilizar recursos tecnológicos, como videos 360°, para ofrecer una experiencia lo más cercana posible a la realidad, satisfaciendo así su necesidad de involucrarse más directamente en las operaciones mineras.

Los estudiantes hasta este punto habían logrado conocer un poco más sobre el desarrollo sostenible, las etapas y las fases de un proyecto minero adaptado a la realidad del territorio y, como se mencionó anteriormente, comenzaron a formular criterios basados en el reconocimiento y análisis de datos e información, permitiéndoles llegar al punto de evaluarlos hasta lograr la estructuración de un esquema al que nombraron “Triángulo de Interacción Sostenible”.

Figura 12

Triángulo de Interacción Sostenible



Nota. Este esquema muestra el resultado del relacionamiento de elementos por parte del estudiantado al considerar la intención de exponer factores importantes para una interacción sostenible en el territorio de La Jagua de Ibirico y la actividad extractiva presente.

Los alumnos comprendieron la necesidad de equilibrio entre desarrollo sostenible y actividad minera en La Jagua de Ibirico. Destacaron elementos clave para mantener armonía entre sociedad, economía y ambiente, resaltando la importancia de la gobernanza y la educación como distribuidoras de oportunidades y regulaciones en aspectos culturales, tecnológicos, innovadores y de participación ciudadana.

Aplicación y desarrollo – Fase 3 (Los estudiantes aprenden para enseñar). Esta fase destacó al propiciar un valioso diálogo con los estudiantes sobre temas previamente explorados. Sorprendentemente, las conversaciones se enfocaron en la interrelación entre las actividades mineras y el desarrollo sostenible, con algunos comentarios sobre transición energética, un tema propuesto por los propios estudiantes. Aunque comprendieron la necesidad de equilibrio, sus opiniones reflejaron diversas perspectivas, fundamentadas en diferentes aspectos.

Voz: En nuestro territorio el desarrollo sostenible no es considerado, ya que se basa mayormente en la economía, dejando por debajo la parte social y ambiental.

Voz: La minería ha dejado un gran impacto negativo en nuestra comunidad, se está consumiendo nuestros bienes ambientales y esto no puede ser equilibrado con nada.

Voz: Acá en el territorio el equilibrio entre cuidar el ambiente y los beneficios sociales, no existe, porque siempre ponen adelante la parte del dinero.

Voz: La minería en el territorio tiene muchos impactos, tanto positivos como negativos, ya que nos ayuda a crecer económicamente, pero contamina nuestro ambiente.

Voz: Anteriormente nuestro territorio era agrícola y se vivía de cultivar, después llegó la minería del carbón e impactó positivamente la economía y el comercio de la población.

Voz: El carbón es una fuente de generación de energía, pero contamina mucho.

Voz: Los impactos que se generen contra el medio ambiente, como la contaminación del suelo, el agua y el aire deben ser compensados, siempre y cuando no puedan evitarse.

Voz: Es válido que deba existir un equilibrio entre minería y desarrollo sostenible, ya que el impacto ambiental es compensado con el fortalecimiento del aspecto social y económico, pues la economía de nuestro municipio es activa.

Voz: La transición energética es fundamental para el desarrollo de nuestros hijos y la comunidad.

Voz: Si de verdad queremos un municipio próspero, es importante invertir en tecnología para una mayor educación en el territorio.

Voz: Es claro que si se logra equilibrar esa balanza que relaciona las actividades mineras con los tres pilares de la sostenibilidad, el municipio puede plantarse beneficios en todos los aspectos.

Voz: En el tema ambiental, es destacable que las empresas locales proponen planes para equilibrar la relación, asegurando la salud de las personas, la conservación de la biodiversidad y un manejo adecuado de los recursos para la explotación del carbón.

Voz: Para lograr la transición energética es muy importante considerar los beneficios que puede darnos.

Voz: He escuchado comentarios sobre esa tal transición, como una solución al cambio climático.

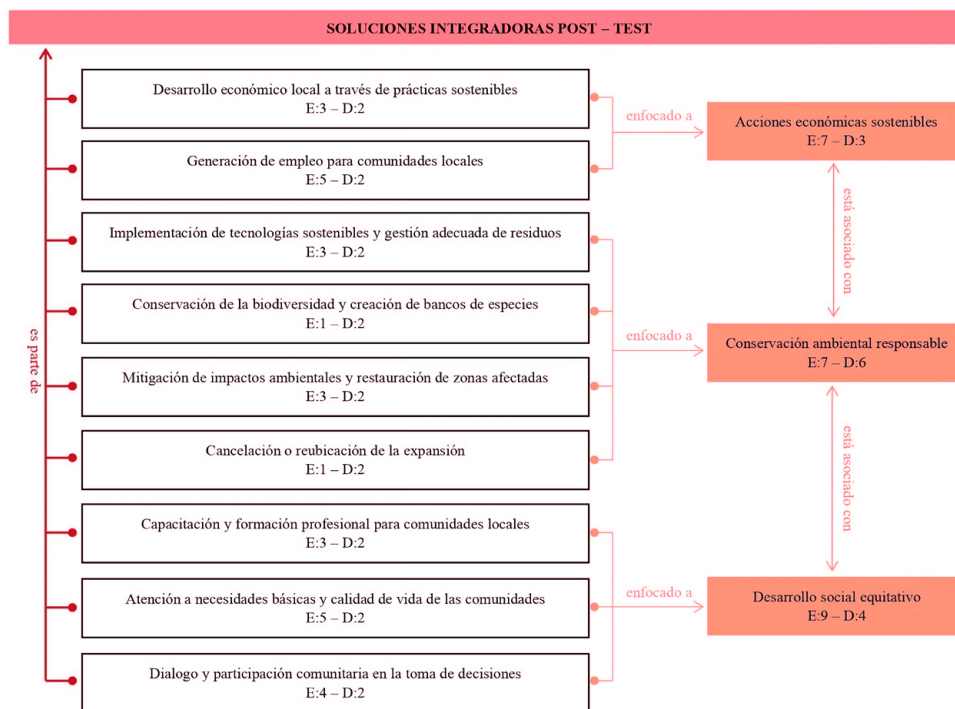
Voz: Es difícil pensar que nuestro territorio considere la transición energética, por la cantidad de años que la minería ha estado presente con sus ayudas.

Espacio 5. Aplicación de Postest (delegando líderes)

En el Pretest los estudiantes se ordenaron en grupos de trabajo, conformados por cinco individuos, sin un procedimiento. En este espacio se introdujo la elección de líderes por grupo, inicialmente recibida con dudas, pero aceptada por su versatilidad. El líder, para tomar decisiones, debía escuchar opiniones y propuestas de sus compañeros. Después de la sensibilización, los estudiantes dieron ideas para abordar la situación propuesta en la Tabla 2, y gracias al análisis de sus planteamientos (Figura 13).

Figura 13

Red semántica 7. Soluciones integradoras Postest



Nota. Esta Red semántica muestra factores que condicionan a los estudiantes para proponer soluciones en el Postest. Fuente: elaboración propia con el software ATLAS.ti 9.

Discusión

De acuerdo con las evidencias obtenidas en la red semántica, relacionadas con la definición de la minería de carbón a cielo abierto en el territorio de La Jagua de Ibirico (Figura 2), aunque los estudiantes tienden a atribuir una influencia positiva de las actividades mineras, principalmente al pilar social y económico para generar una relación, Taghvaei *et al.* (2023) indican que los pilares del desarrollo sostenible operan sinérgicamente, pues el crecimiento de uno acelera el de los demás.

Esta perspectiva contradice la visión estudiantil, ya que Ma *et al.* (2023) proponen que los cambios rápidos en los sectores suelen afectar y percibirse primero en el ámbito social, como resultado del económico. La limitación en la consideración de la interdependencia de los pilares del desarrollo sostenible revela un enfoque selectivo por parte de los estudiantes.

Gracias a la evidencia obtenida en la red semántica, destinada para plantear opiniones sobre la minería de carbón a cielo abierto, y los impactos ambientales asociados en el territorio de La Jagua de Ibirico (Figura 5), se pudo identificar una mala percepción entre la minería de carbón a cielo abierto y la generación de impactos ambientales. Destaca la capacidad de asociar la necesidad de mitigar impactos ambientales adversos con el bienestar de las comunidades.

El estudiantado muestra un enfoque amplio al integrar la minería en el triángulo de la sostenibilidad, que según Casamassima *et al.* (2022), abarca lo ambiental, social y económico, considerando criterios importantes como emisiones, resolución espacial, eficiencia y justicia energética, y uso del suelo. Este enfoque integral revela la perspectiva con la que los estudiantes abordan la relación entre la minería de carbón a cielo abierto y el desarrollo sostenible en La Jagua de Ibirico.

La evidencia de la red semántica, expuesta para la relación entre la minería de carbón a cielo abierto, presente en el territorio de La Jagua de Ibirico y el desarrollo sostenible (Figura 3), muestra la importancia de destacar la ponderación crítica del equilibrio entre beneficios económicos e impactos adversos en salud y medio ambiente, al forjar opiniones sobre la actividad minera en el territorio considerado; así al relacionar es válido que la asociación entre preocupaciones ambientales y efectos perjudiciales en la salud influya en opiniones negativas.

Aunque su influencia es leve, la red semántica relacionada con la esencialidad de la minería de carbón presente en el territorio de la Jagua de Ibirico, para la vida moderna evidencia una inquietud por reducir la dependencia del carbón y promover fuentes de energía renovable (Figura 6), contribuyendo así a opiniones desfavorables sobre esta forma de minería. Esta

perspectiva subraya la necesidad de mejores prácticas para mitigar impactos y la importancia de explorar alternativas energéticas sostenibles.

La visión del estudiantado destaca su aprecio por la calidad de vida y la conservación ambiental, a pesar de las posibles influencias positivas o negativas de la minería en estos aspectos. Priorizan la preservación del entorno sobre la actividad económica local, evidenciando una preocupación arraigada por el impacto en la salud y el medio ambiente.

Aunque se reconoce la influencia positiva de medidas para mitigar los impactos ambientales, existe una desconexión en cómo se integran con otras etapas de la actividad minera, así se interpreta a partir de la red semántica destinada para la identificación de los aspectos más relevantes de las labores que conforman la minería de carbón a cielo abierto en el territorio de La Jagua de Ibirico (Figura 4). La variedad de perspectivas resalta la complejidad de evaluar la esencialidad de la minería en la vida moderna, mostrando la necesidad de un enfoque integral para entender su papel.

Ampliar el conocimiento del alumnado sobre actividades mineras en territorios como La Jagua de Ibirico y su relación con el desarrollo sostenible es importante. Exponer las etapas y fases que integran la actividad es evidente, explicando etapa inicial, procesos, resultados y preextracción. Herrera (2018) expresa que un proyecto minero generalmente incluye varias etapas y fases que van desde la prospección hasta la clausura y pueden variar en función de las características específicas del proyecto, ofreciendo una visión general del proceso involucrado. Es esencial que los estudiantes comprendan los momentos de inicio y finalización de un proyecto de extracción de carbón a cielo abierto, así como sus impactos en diversos elementos.

Lo anterior resulta crucial porque amplía su visión de la industria y sus desafíos, permitiéndoles comprender el impacto en el entorno local en términos ambientales, sociales y económicos. Esta comprensión avanzada les capacita para desarrollar posturas críticas sobre sostenibilidad, aprovechando los beneficios de la aplicación del ABP, como lo mencionan Reachman *et al.* (2020).

Montes (2013) destaca la importancia de estar preparado para los eventos, reconociendo la singularidad de cada situación, esta perspectiva complementa a Azqueta y Sotelsek (2019), quienes abogan que el entendimiento de la minería desde la óptica del desarrollo sostenible amplía las oportunidades, respaldando a Hidayati *et al.* (2020) quienes resaltan que la falta de comprensión sobre el tema genera desinterés y desconocimiento sobre las ventajas y desventajas del desarrollo minero en los territorios.

Durante la fase 2 (Hablemos de minería), los estudiantes crearon el "Triángulo de Interacción Sostenible" (Figura 12). Este esquema no solo ofrece un marco integral que equilibra los intereses económicos con la preservación ambiental, sino que también destaca la inclusión social y la participación comunitaria en la toma de decisiones para un futuro próspero en el territorio. Más que un modelo teórico, es un llamado a la acción concreta para potenciar la diversificación económica de La Jagua de Ibirico, considerando la importancia de la gobernanza y la educación como cimientos esenciales para dirigir y regular las dinámicas.

Al vincular sus reflexiones con el esquema mencionado, los estudiantes enfocaron sus ideas en el equilibrio y la interrelación de los tres pilares del desarrollo sostenible, especialmente con aspectos como la educación y la gobernanza para el bienestar del ambiente y la sociedad en su contexto de territorio minero.

Jaenudin *et al.* (2020) señala que el pensamiento crítico implica avanzar desde niveles más bajos, como recordar y comprender, hacia niveles superiores de análisis, evaluación y creación. Esto destaca la progresión cognitiva necesaria para lograr un pensamiento crítico, según la taxonomía de Bloom (1956). Lo anterior sustenta la evolución pre y posaplicación de la técnica con base en ABP para educación ambiental y enfocada al desarrollo sostenible, observando una integración más sólida de los tres pilares de sostenibilidad al analizar una situación problema contextualizada en el territorio considerado, comprendiendo la importancia de equilibrarlos y articularlos con otros elementos (Figura 8 y 13).

La aplicación del software ATLAS.ti como herramienta de análisis cualitativo, específicamente para el análisis de contenido, desempeñó un papel crucial al identificar de manera positiva los fundamentos que respaldan las perspectivas de los estudiantes. Esto no solo facilitó una orientación clara para la estructuración de las fases ejecutadas en esta investigación, sino que también integró de manera efectiva la técnica de sensibilización basada en problemas con un enfoque de desarrollo sostenible. Este enfoque robustece la propuesta de Pérez y Arroyo (2022), al fusionar el análisis de contenido con la tarea de fomentar la cultura ambiental a través de la proyección social. La combinación de estrategias de educación ambiental con herramientas cualitativas, como la mencionada para el análisis de contenido, demuestra ser altamente positiva y eficiente.

Conclusiones

El proceso de acciones participativas con los estudiantes de último grado académico en la Institución Educativa José Guillermo Castro Castro, de La Jagua de Ibirico, ha emergido como una herramienta valiosa para fortalecer el pensamiento crítico al explorar el desarrollo

sostenible y su vinculación con las actividades mineras, partiendo de las visiones erradas que se crean en estos territorios y con el uso de tecnología y herramientas de análisis cualitativo ATLAS.ti.

Al aplicar el ABP como técnica de sensibilización en educación ambiental, se logró no solo involucrar a los estudiantes en un análisis más profundo de la sostenibilidad, sino también fomentar su capacidad para reflexionar sobre las complejidades de la actividad minera en su contexto local, logrando fundamentar sus puntos de vista indirectamente, demostrando una habilidad para relacionar elementos y establecer conexiones en un contexto hipotético contextualizado, cargado de problemáticas y desarrollos económicos de enclave, quebrando paradigmas de abordajes en desafíos no inclusivos y ambientalmente preocupantes. Las percepciones y vivencias educativas a menudo quedan en segundo plano en las investigaciones relacionadas con la enseñanza del pensamiento crítico, poniendo mayor énfasis en aspectos como la argumentación y la resolución de problemas, dejando de lado la consideración de las experiencias y percepciones (Muñoz *et al.*, 2023).

Adicionalmente, se destacó la importancia de factores como la Gobernanza y la Educación, señalando que deben ser abordados mediante Cultura, Tecnología, Innovación y Participación Ciudadana. Este enfoque participativo permitió revelar que la percepción de la minería en La Jagua de Ibirico está fuertemente influenciada por aspectos económicos, ambientales y sociales, aprovechando el uso de herramientas pedagógicas y tecnológicas para incentivar el trabajo grupal en pro de la creación de soluciones.

Es relevante resaltar que, a pesar de no poseer un conocimiento previo sobre la transición energética, los estudiantes, de manera indirecta, mencionaron su importancia. Esta capacidad de conectar conceptos y reconocer la necesidad de adaptarse a cambios futuros subraya la importancia de una educación ambiental sólida en el contexto de la industria minera y el desarrollo sostenible.

Es imperativo que localidades como La Jagua de Ibirico tracen planes educativos y de desarrollo para una transición hacia una forma de vida más sostenible, sin representar una mutación radical en la economía principal. Este cambio requerirá adaptación gradual de prácticas y perspectivas, junto con un enfoque holístico que promueva la participación activa de la comunidad, la innovación tecnológica y la preservación de valores culturales. Estas acciones son fundamentales para encaminar a estas regiones hacia un futuro equitativo, sostenible y consciente de su entorno, especialmente, cuando falta identificación con el territorio y sus actividades económicas.

Como se ha mencionado anteriormente, al revisar todas las evidencias, fue posible identificar la aparición de opiniones con respecto a la utilización de las energías alternativas en escenarios como el del territorio considerado en este estudio, relacionándolo con el fenómeno de transición energética de manera indirecta, dejando en evidencia su poca comprensión.

Una oportunidad de investigación es replicar este trabajo, pero orientado al análisis de percepciones en cuanto a la relación entre depender de extracción de recursos fósiles para generación de energía o adaptarse al uso de energías alternativas desde el punto de vista ambiental. Esta oportunidad es clara debido a la poca influencia que las evidencias mostraron con respecto al tema de transición energética y otras formas de generar energía.

En conclusión, el proceso participativo ha contribuido a una comprensión más profunda y crítica de la interacción entre la minería y el desarrollo sostenible en La Jagua de Ibirico. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de considerar factores multidimensionales, como la gobernanza, la educación y la participación ciudadana, para abordar los desafíos y las oportunidades asociadas con las actividades extractivas. Este enfoque educativo emerge como un catalizador fundamental para guiar a las comunidades hacia un futuro más equitativo, sostenible y consciente de su entorno.

Contribución de autores

Autor 1: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, visualización, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

Autor 2: conceptualización, investigación, metodología, recursos, visualización.

Autor 3: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, recursos, administración de proyecto, supervisión, visualización, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

Declaración de uso de inteligencia artificial (IA)

Durante la preparación de este trabajo, el autor o autores emplearon ChatGPT con el propósito de recibir apoyo en la elaboración de la situación problema hipotética como propuesta de análisis de capacidades para plantear soluciones (Pretest y Postest) en la Tabla 2. Posteriormente, el autor o autores revisaron y editaron el documento, asumiendo plena responsabilidad por el contenido de la publicación.

Referencias

- Azqueta, D. y Sotelsek, D. (2019). Recursos minerales: capacidad de carga y desarrollo sostenible. En Sánchez, R. (Ed.), *La bonanza de los recursos naturales para el desarrollo: dilemas de gobernanza* (pp. 29–57). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6818ee8e-26cb-43c7-a354-ebe2ab97a851/content>
- Bonet, J. y Aguilera, M. (2018). *Cincuenta años de la economía del Cesar: de la agroindustria del algodón a la extracción del carbón*. Cuadernos de Historia Económica. Banco de la República. <https://www.banrep.gov.co/es/publicaciones/cuadernos-de-historia-economica/cincuenta-a%C3%B1os-de-la-econom%C3%ADa-del-cesar-de-la-agroindustria-del-algodon-a-la-extraccion-del-carbon>
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook 1, Cognitive Domain*. David McKAY Company, INC. <https://acortar.link/QnIZmT>
- Brújula Minera (2023). Resultados 2023. ¿Qué piensan los habitantes de los territorios carboníferos en Colombia? *Brújula Minera*. <https://www.brujulaminera.com.co/resultados-historicos>
- Casamassima, L., Bottecchia, L., Bruck, A., Kranzl, L. y Haas, R. (2022). Economic, social, and environmental aspects of Positive Energy Districts - A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 11(6). <https://doi.org/10.1002/wene.452>
- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios, Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102–115. <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>
- Departamento Nacional de Planeación – DNP (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026, Colombia, potencia mundial de la vida*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-05-04-bases-plan-nacional-de-inversiones-2022-2026.pdf>
- Dharmasmita, A., Brown, S. y Wagner, S. M. (2023). Integrating the three pillars of sustainability: Social, environmental, and economic. *En Sustainable Management: A Complete Guide for Faculty and Students* (3a ed., pp. 110–143). <https://doi.org/10.4324/9781003294665-7>

- Franquesa, T., Heras, F. y Meira, P. A. (2021). Educación ambiental: sobre o colapso e a esperanza. *Ambientalmente sustentable - Revista Científica Galego-Lusófona de Educación Ambiental*, 27(2), 7–17. <https://doi.org/10.17979/ams.2020.27.2.7632>
- García Córdoba, F. (2004). *Recomendaciones metodológicas para el diseño de un cuestionario, El cuestionario*. Limusa Noriega Editores.
- Githiria, J. M. y Onifade, M. (2020). The impact of mining on sustainable practices and the traditional culture of developing countries. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 10(4), 394–410. <https://doi.org/10.1007/s13412-020-00613-w>
- Guadalupe, E. y Carrillo, N. (2012). El paradigma de la educación ambiental y los conflictos sociales en minería. *Revista de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 11(22), 82–88. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol11_n22/a11vol11n22.pdf
- Guamán, V. y Espinoza, E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza - aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124–131. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n2/2218-3620-rus-14-02-124.pdf>
- Herrera, J. (2018). *El proceso de evaluación de un proyecto minero* (Vol. 2). Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. <https://doi.org/10.20868/upm.book.70265>
- Herrera, J. y Ortiz, F. (2008). Seguridad y Preservación en explotaciones mineras. En J. Ortiz (Ed.), *Seguridad, Salud y Prevención de Riesgos en Minería* (pp. 3–12). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. <https://doi.org/10.20868/upm.book.10673>
- Herrera, J. (2017). *Introducción a la Minería: Conceptos, tecnologías y procesos*. (Vol. 1). Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. <https://doi.org/10.20868/upm.book.63396>
- Herrera, J. y Ortiz, F. (2006). Explotaciones profundas, cortas mineras. En J. Herrera (Ed.), *Métodos de Minería a Cielo Abierto* (pp. 57–72). Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. <https://doi.org/10.20868/upm.book.10675>

- Hidayati, Rahmaniah, R., Hudri, M., Bafadal, M. F. y Haifaturrahmah. (2020). The impact of mining activities toward the behavioral change of social aspect in the village outer mining area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 413(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/413/1/012031>
- ICFES. (2023). *Calificaciones Examen Saber 11 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022*. Visor: clasificación de planteles ICFES. <https://www.icfes.gov.co/analisis-de-datos/>
- Jaenudin, R., Chotimah, U., Farida, y Syarifuddin. (2020). Student Development Zone: Higher Order Thinking Skills (Hots) in Cristal Thinking Orientation. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(9), 11–19. <http://dx.doi.org/10.18415/ijmmu.v7i9.1884>
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido*. Paidós.
- Linares, J., Riaño, C., Arteaga, J. P., Urrutia, P., Drummond, K., Caballero, M. J. y Gonzáles, P. (2021). *Informe de Sostenibilidad 2021*. Drummond Ltd. https://issuu.com/drummondltd/docs/is_drummond_2021_20220727_830_pm_sencillas
- López, A. (2021). *La rehabilitación de espacios afectados por actividades mineras: Especial referencia a Galicia*. Publicacions de la Universitat Rovira i Virgili.
- Ma, H., Niu, C., y Li, W. (2023). Social and economic development from an integrated sustainability perspective: analysing the interaction of social capital, income level, and income inequality in China. *Post-Communist Economies*, 35(3), 271–297. <https://doi.org/10.1080/14631377.2023.2169517>
- Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Editorial de la Universidad de la Plata (edulp). http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46750/Documento_completo_.pdf%3Fsequence%3D1
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2023). *Perfiles Económicos Departamentales - Departamento de Cesar*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). <https://www.mincit.gov.co/getattachment/6463f761-e0f6-485a-889e-f87a21e0de18/Cesar>

- Montes, G. (2013). Entender, Comprender, Interpretar. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 18(1), 191–201. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29228948013>
- Montoya, E. (2018). La extracción de carbón en el centro del Cesar, Colombia: apuntes para la comprensión del conflicto ambiental. *Gestión y Ambiente*, 21(2Supl), 62–73. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77836>
- Muñoz, A., Fandiño, Y. y López, R. (2023). Percepciones y experiencias educativas en formación docente y pensamiento crítico. *Educación y Ciudad*, 45. <https://doi.org/10.36737/01230425.n45.2023.2872>
- Penalva, C., Alaminos, A., Francés, F. y Santacreu, Ó. (2015a). Análisis cualitativo. *La investigación cualitativa: técnicas de investigación y análisis con Atlas.ti* (pp. 71–125). Pydlos Ediciones. <https://acortar.link/Nwt4Oe>
- Penalva, C., Alaminos, A., Francés, F. y Santacreu, Ó. (2015). Análisis cualitativo con Atlas.TI.v7. *La investigación cualitativa: técnicas de investigación y análisis con Atlas.ti* (pp. 127–172). Pydlos Ediciones. <https://acortar.link/Nwt4Oe>
- Pérez, N. y Arroyo, J. (2022). Cultura ambiental desde la proyección social comunitaria para la comprensión colectiva de la sustentabilidad. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 283–302. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-11921>
- Prieto, A., Barbarroja, J., Reyes, E., Monserrat, J., Díaz, D., Villarroel, M. y Álvarez, M. (2006). Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula Abierta*, (87), 171–194. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2583970>
- Ramírez, L. y Bustos, E. (2021). Uso de la herramienta Atlas.ti para el análisis de representaciones sociales en investigaciones ambientales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario, 1773–1781. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15421>
- Rachman, I., Sugimaru, C. y Matsumoto, T. (2020). Use of Problem-Based Learning (Pbl) Model to Improve Learning Outcomes in Environmental Education. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 3(1), 114–141. <https://doi.org/10.7454/jessd.v3i1.1039>

- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Editorial Aljibe.
- Savin - Baden, M. y Howell, C. (2004). *Foundation of Problem - based Learning*. McGraw - Hill.
- Taghvaei, V. M., Nodehi, M., Arani, A. A., Jafari, Y. y Shirazi, J. K. (2023). Sustainability spillover effects of social, environment and economy: mapping global sustainable development in a systematic analysis. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 7(2), 329–353. <https://doi.org/10.1007/s41685-022-00231-0>
- Torp, L. y Sage, S. (2006). El aprendizaje basado en problemas y el método de casos. En D. D. Barriaga Arceo (Ed.), *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida* (pp. 61–86). McGraw-Hill.
- UNDP and UN Environmental. (2018). *Managing mining for sustainable development: A sourcebook*. Bangkok: United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP-MMFSD-HighResolution.pdf>
- Viloria de la Hoz, J. (1998). La economía del carbón en el Caribe colombiano. *Documentos de Trabajo sobre economía regional*. Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.4>

Citar artículo como:

Marimón Pérez, C. A., García Cogollo, J. J. y Díaz Muegue, L. C. (2025). Aprendizaje Basado en Problemas en Educación Ambiental, perspectivas sobre Minería desde la sensibilización estudiantil en La Jagua de Ibirico. *Educación y Ciudad*, (48), e3155.

<https://doi.org/10.36737/01230425.n48.3155>

Fecha de recepción: : 29 de enero de 2024

Fecha de aceptación: 2 de mayo de 2024