



**Hacia la sostenibilidad educativa:
Implementación de una Guía Técnica para la
estimación de la huella de carbono en la
institución educativa Leónidas Acuña
integrando enfoques didácticos que
promuevan su reducción.**

AUTORES

JHONATAN ESTIBEN FERNANDEZ MAZA

Universidad Popular del Cesar
Facultad de Ciencias Básicas y Educación
Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente
Valledupar, Colombia
Año: 2025

Hacia la sostenibilidad educativa: Implementación de una Guía Técnica para la estimación de la huella de carbono en la institución educativa Leónidas Acuña integrando enfoques didácticos que promuevan su reducción.

AUTORES

JHONATAN ESTIBEN FERNANDEZ MAZA

YORENA RODRIGUEZ GARCIA

Anteproyecto de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Director (a):

Departamento Ciencias Naturales y Educación Ambiental

LAURA ESTHER ROJAS MARTINEZ

Universidad Popular del Cesar
Facultad de Ciencias Básicas y Educación
Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente
Valledupar, Colombia
Año: 2025

Dedicatoria

A Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme la fuerza en los momentos más difíciles y por iluminar mi camino con su amor infinito.

A mi mamá, en el cielo, porque, aunque su presencia física me ha hecho falta en cada paso de mi vida, su amor y su ejemplo han sido la luz que me ha guiado siempre. Gracias por enseñarme, aun en la distancia, el valor de la valentía, la fortaleza y el amor incondicional. Sé que, desde donde estás, has sido mi ángel guardián, impulsándome a seguir adelante cuando sentí que no podía más. Este logro también es tuyo, mamá, porque en cada esfuerzo y en cada sacrificio, siempre estuviste conmigo.

A mis hermanos Cristóbal, Zully y Sury, por ser mi motivación constante, pero principalmente a mi hermana Noraima, quien ha sido mi mayor apoyo. Gracias por tu amor incondicional, por haber dado todo tu esfuerzo para sacarnos adelante, por ser el pilar fundamental en esta carrera. Dejaste de lado tus propios sueños para brindarnos todo lo que tú no pudiste tener, y por eso, siempre te estaré agradecida. Gracias por ser esa madre que nos dejó mamá con su partida.

A Mary Molina Molina, por ser mi ejemplo, mi guía y mi sostén en los días en que sentía que ya no podía más. Siempre me recordaste que teníamos que terminar, y aquí estoy, cumpliendo esa meta.

A mi papa por su apoyo infinito.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a la profesora Laura Rojas Martínez, bióloga, por su apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Detrás de cada palabra de aliento, de cada orientación y enseñanza, siempre estuvo su compromiso genuino y su paciencia infinita.

Su acompañamiento fue clave para la realización de este trabajo, no solo por sus valiosos conocimientos, sino también por su capacidad de motivarme en los momentos difíciles. Gracias por no dejarme sola, por no permitir que me rindiera y por brindarme la confianza necesaria para seguir adelante.

Sin su guía y dedicación, este logro no habría sido posible.

Así mismo, agradezco a José Ricardo Luquez Serna, ingeniero químico, por su valioso aporte durante esta trayectoria y por su colaboración en el desarrollo de este trabajo. Su apoyo y disposición fueron fundamentales para alcanzar este objetivo. A ambos, mi más profunda gratitud.

Resumen

Este estudio implementó una guía técnica para estimar la huella de carbono en la Institución Educativa Leónidas Acuña, utilizando estrategias didácticas para reducir las emisiones. La investigación, con un enfoque de acción-participación, involucró a 44 personas las cuales son estudiantes del grado noveno, administrativos, docentes y personal de servicios generales, en Valledupar, Colombia. Se realizaron actividades pedagógicas, talleres y el uso de calculadoras de carbono, sensibilizando sobre las fuentes de emisiones. La evaluación abarcó transporte, consumo de electricidad y residuos sólidos, generando estrategias de mitigación. Los resultados mostraron un aumento del 19% en el conocimiento de los estudiantes y del 35% en los docentes. Se observó una mayor comprensión de las alternativas sostenibles. En conclusión, se evidenció que la educación ambiental participativa puede reducir la huella de carbono escolar, sugiriendo replicar este modelo y capacitar a más docentes.

Palabras claves: Huella de carbono, educación ambiental, mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), estrategias didácticas, sostenibilidad.

Abstract

This study implemented a technical guide to estimate the carbon footprint at the Leonidas Acuña Educational Institution, using teaching strategies to reduce emissions. The research, with an

action-participation approach, involved 44 individuals, including ninth-grade students, administrative staff, teachers, and general services personnel, in Valledupar, Colombia. Pedagogical activities, workshops, and the use of carbon calculators were conducted, raising awareness about emission sources. The evaluation covered transportation, electricity consumption, and solid waste, leading to the generation of mitigation strategies. The results showed a 19% increase in students' knowledge and a 35% increase in teachers' knowledge. There was a greater understanding of sustainable alternatives. In conclusion, it was evidenced that participatory environmental education can reduce the school's carbon footprint, suggesting that this model be replicated and more teachers be trained.

Keywords: Carbon footprint, environmental education, greenhouse gas (GHG) mitigation, teaching strategies, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La huella de carbono es un indicador ambiental que mide la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos directa o indirectamente por las actividades humanas. Este concepto se ha convertido en una herramienta fundamental para comprender y mitigar el impacto del cambio climático. Según el Informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2024), las emisiones globales de GEI han aumentado en un 40% desde la era preindustrial, lo que contribuye significativamente al calentamiento global y sus efectos devastadores.

En Colombia, el sector educativo desempeña un papel crucial en la promoción de prácticas sostenibles. Sin embargo, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022), solo el 25% de las instituciones educativas cuentan con programas activos de educación ambiental, lo que evidencia la necesidad de estrategias pedagógicas que impulsen una mayor conciencia sobre la sostenibilidad.

La educación ambiental desempeña un papel crucial al formar ciudadanos conscientes y responsables de sus acciones frente al cambio climático. Esto es particularmente importante en regiones como la nuestra, donde los desafíos climáticos incluyen sequías recurrentes y pérdida de biodiversidad, factores exacerbados por la huella de carbono.

No abordar esta problemática puede generar graves consecuencias, incluyendo un incremento en los efectos del cambio climático, como el aumento de temperaturas extremas, pérdida de biodiversidad y escasez de recursos naturales. Además, se limita la formación de ciudadanos críticos y responsables en temas ambientales.

El presente estudio tiene como objetivo principal implementar una guía técnica para estimar la huella de carbono en la Institución Educativa Leónidas Acuña de Valledupar, integrando estrategias didácticas que promuevan la reducción de GEI. Este enfoque busca no solo mitigar el impacto ambiental, sino también fomentar una cultura de sostenibilidad en la comunidad educativa.

El proyecto propone involucrar a los estudiantes en un proceso participativo, donde puedan identificar los factores que contribuyen a la huella de carbono en su entorno escolar, mientras desarrollan habilidades prácticas y un mayor sentido de responsabilidad ambiental. De esta forma, se busca que los jóvenes no solo comprendan la magnitud del problema, sino que también se conviertan en protagonistas de las soluciones, adoptando comportamientos y prácticas sostenibles tanto en la escuela como en su vida diaria.

La metodología empleada está basada en el enfoque de acción-participación, lo que permite involucrar activamente a todos los actores del proceso educativo en la identificación, análisis y mitigación de las emisiones de GEI. Además, la implementación de una guía metodológica para

medir la huella de carbono servirá como una herramienta central para orientar las estrategias didácticas, evaluar su impacto y ajustar las acciones según los resultados obtenidos.

Este proyecto no solo pretende generar cambios en la institución educativa Leónidas Acuña, sino también servir como modelo replicable para otras instituciones que deseen liderar iniciativas similares. Al final, la educación tiene el poder de impulsar un cambio significativo, demostrando que, más allá de transmitir conocimientos, puede ser un motor clave para enfrentar desafíos globales como el cambio climático y construir un futuro más sostenible para todos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente preocupación por el cambio climático y su impacto en el medio ambiente ha llevado a que diferentes organizaciones, busquen mecanismos para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y así contribuir a la mitigación del calentamiento global. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala que, para disminuir los efectos del calentamiento global a 1,5 °C para finales de este siglo, en comparación con el escenario de 2 °C se necesita “cambios rápidos, de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad” (IPCC, 2024). Sin embargo, muchas empresas e instituciones, incluso las académicas no cuentan, con un sistema establecido para medir y monitorear sus emisiones

de GEI, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones efectivas para reducir su huella de carbono y contribuir con el ejemplo de sostenibilidad en la educación escolar.

El marco de la educación para el desarrollo (EDS) 2030, se basa en los objetivos del Programa de Acción Mundial, cuyo propósito es reorientar y fortalecer la educación y el aprendizaje para contribuir a todas las actividades en favor del desarrollo sostenible.

En consecuencia, a fin de que el marco EDS para 2030 se traduzca en medidas concretas para el cambio, es imperante que cada sistema educativo lidere la transformación necesaria para encaminar a nuestra sociedad hacia una mayor sostenibilidad.

Por ende, el objeto de este proyecto consiste en estimar la huella de carbono de la institución educativa Leónidas Acuña de la ciudad de Valledupar y desarrollar estrategias didácticas que promuevan la disminución de GEI por parte de la comunidad académica.

El enfoque pedagógico a desarrollar busca impactar de manera positiva en el aprendizaje de los estudiantes, permitiéndoles comprender la relevancia de los temas mencionados. Se propone un método participativo que involucre a los estudiantes en el reconocimiento de los procesos generadores de GEI en su entorno escolar. Este planteamiento busca transformarlos en agentes de cambio, capacitándolos para tomar decisiones informadas y que adopten medidas tanto individuales como colectivas que contribuyan a un futuro sostenible.

Estas iniciativas están ligadas con los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS) de las naciones unidas. El ODS 4: Educación de calidad, el ODS 13: Acción por el clima, y el ODS 15: Vida de ecosistema terrestre, el cual se beneficia directamente porque, la reducción de la huella del carbono tiene un impacto positivo en la preservación de los ecosistemas terrestres, al disminuir las emisiones que contribuyen a la degradación ambiental y el cambio climático. Al implementar estas estrategias apoyadas en los ODS la institución educativa Leónidas Acuña, puede crear un ambiente más comprometido con la reducción de la huella de carbono y por ende la sostenibilidad ambiental de esta.

Pregunta problema:

¿Cómo puede la institución educativa Leónidas Acuña de la ciudad de Valledupar estimar su huella de carbono y desarrollar estrategias didácticas efectivas para promover la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)?

OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar una guía para estimar la huella de carbono en la institución educativa Leónidas Acuña de Valledupar, a partir de estrategias didácticas efectivas que promuevan la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y fomenten la conciencia ambiental en la comunidad académica.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el nivel de conocimiento de los estudiantes de la institución educativa Leónidas Acuña sobre la huella de carbono y su impacto en la sociedad, mediante la aplicación de instrumentos de evaluación y análisis de percepciones.
- Aplicar estrategias didácticas orientadas a mitigar la huella de carbono en la comunidad académica del colegio, mediante talleres, campañas de sensibilización y acciones prácticas, para un cambio de comportamiento, hacia prácticas más sostenibles y ecoamigables.
- Evaluar el impacto de las estrategias implementadas en la medición y reducción de la huella de carbono en la institución educativa Leónidas Acuña, mediante la recopilación de datos, análisis de resultados y retroalimentación de la comunidad académica, con el fin de ajustar y mejorar continuamente las acciones implementadas.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Diversas investigaciones han explorado la implementación de estrategias pedagógicas enfocadas en la sostenibilidad ambiental. Por ejemplo, López y Martínez (2020) discutieron la importancia de integrar el cálculo de la huella de carbono en el currículo educativo, destacando cómo esta práctica mejora la comprensión de los estudiantes sobre el impacto ambiental de sus acciones.

Benavides y León (2021) analizaron la efectividad de talleres prácticos en la enseñanza de conceptos relacionados con la huella de carbono, logrando aumentar significativamente el

conocimiento y las prácticas sostenibles entre los estudiantes. Asimismo, Matamba y Cuero (2020) diseñaron una secuencia didáctica interdisciplinaria para abordar el ciclo del carbono en instituciones educativas, integrando biología, química y educación ambiental.

La UNESCO (2021) resalta la importancia de la educación para el desarrollo sostenible como una herramienta para formar ciudadanos responsables. Por su parte, Africano y Angarita (2022) exploraron el impacto del consumismo en la huella de carbono en estudiantes, proponiendo estrategias educativas para reducir el impacto ambiental en el contexto escolar.

En lo relacionado con la economía de bajo carbono, Gamarra y otros (2021) realizaron un estudio en cinco escuelas de España y Portugal, en las cuáles se estimó el impacto de las edificaciones y transporte de los miembros de la comunidad, al igual que desarrollaron actividades de enseñanza en la materia. Determinaron que las edificaciones por el consumo de electricidad y el transporte por los combustibles son los factores, por parte de las escuelas que, impactan más el ambiente; les sigue en importancia el consumo de papel y de electricidad.

El Protocolo (WBCSD & WRI, 2005) establece tres alcances de emisiones:

Alcance 1: emisiones directas, desde fuentes propias o controladas por la empresa, como, por ejemplo, las derivadas de la quema de combustibles o debidas a procesos químicos.

Alcance 2: emisiones indirectas derivadas de la generación, por parte de terceros, de energía, calor o vapor (en este caso, es indirecta, aunque sea consecuencia de las actividades de la empresa, pero fueron generadas o son controladas por terceros).

Alcance 3: otras emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la organización que ocurren fuera de esta y no son controladas o generadas por ésta, como son los viajes, la gestión y disposición de residuos, la producción de insumos, etc.

Otras investigaciones, como la de Cerna Castillo (2019), han evaluado la relación entre la educación ambiental y los niveles de huella de carbono, demostrando la efectividad de incluir programas pedagógicos que fomenten prácticas sostenibles desde la educación inicial.

El Concilio de Investigación en Educación de Auckland, Nueva Zelanda (2021) exploró el uso de un calculador de carbono en escuelas para promover la sostenibilidad y el liderazgo en acciones climáticas. Las instituciones participantes destacaron su alineación con los valores educativos y su potencial para reducir de manera medible su impacto ambiental. Aunque la pandemia limitó la recolección de datos, se evidenciaron avances en el uso del calculador, tanto por personal como

por estudiantes, a través de comités ambientales y actividades interdisciplinarias que integraban matemáticas, ciencias y tecnología. Este enfoque práctico empoderó a los estudiantes como agentes de cambio, fomentando el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la conexión con valores culturales y comunitarios, mientras se reconoció la importancia de adaptar estas herramientas pedagógicas a diferentes niveles educativos para maximizar su impacto.

Estos antecedentes subrayan la necesidad de enfoques educativos innovadores que integren conceptos de sostenibilidad en el ámbito escolar, lo que constituye la base teórica para el desarrollo del presente estudio.

Morán e Hidalgo (2021) analizaron el nivel de concientización ambiental de los jóvenes mediante la cuantificación del impacto de sus actividades diarias, empleando el cálculo de la huella de carbono. La metodología, de carácter descriptivo y enfoque cuantitativo, utilizó como técnica principal de recolección de datos la encuesta. Con base en esta herramienta y la calculadora de huella de carbono del Distrito Metropolitano, se determinó que los estudiantes de tercero de bachillerato promoción 2020 de la Unidad Educativa Pío XII generan, en promedio, 2.78 toneladas de CO₂. Este valor se encuentra por debajo del promedio mundial, lo que sugiere una conciencia ambiental destacable. Además, se identificó que los hombres emiten un 26.63% más de gases de efecto invernadero que las mujeres. Este análisis busca promover en los estudiantes la asociación entre huella de carbono y conciencia ambiental, incentivándolos a adoptar prácticas cotidianas como caminar, usar bicicletas o preferir productos de bajo impacto en emisiones de CO₂, contribuyendo así a mitigar su impacto ambiental.

Enmarcado en la línea de investigación "Globalización y Desarrollo Sostenible" de la Universidad Los Libertadores, Avila (2021) aborda el doble desafío de mejorar la educación y la calidad de vida, proporcionando herramientas para optimizar el uso de recursos naturales en las actividades escolares. El estudio evalúa la huella ecológica del colegio IED Nueva Esperanza, sede de bachillerato "B", durante 2022, mediante la metodología de cálculo de emisiones de CO₂ propuesta por Noelia López Álvarez de Universidad de Santiago de Compostela (López y Blanco, 2007). Con un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, el análisis contempla variables como el consumo de agua, energía, papel, gas, producción de residuos peligrosos y no peligrosos, y recursos de construcción. El objetivo fue el impacto ambiental de las actividades administrativas,

estudiantiles y pedagógicas, proponiendo estrategias eco-amigables que contribuyan a la sostenibilidad institucional.

Estos antecedentes subrayan la necesidad de enfoques educativos innovadores que integren conceptos de sostenibilidad en el ámbito escolar, lo que constituye la base teórica para el desarrollo del presente estudio.

MARCO CONCEPTUAL

Seguidamente, se presentan los conceptos y definiciones necesarios para el total entendimiento del desarrollo de este proyecto para la Implementación de una Guía Técnica para la estimación de la huella de carbono en la institución educativa Leonidas Acuña integrando enfoques didácticos que promuevan su reducción.

Huella ecológica

Es un sistema de contabilidad ecológico que mide en términos de áreas biológicamente productivas y expresa en hectáreas globales la superficie de terrenos y mares biológicamente productivos, necesarios para producir todos los recursos que consume una población y absorber

sus residuos, tomando en cuenta los avances tecnológicos que se producen cada año. (WWF, 2019). La huella ecológica se encuentra compuesta por subhuellas o huellas particulares, que hacen referencia a las distintas necesidades del ser humano y el requerimiento básico de absorber los desechos producidos por el mismo. Según (WWF, 2019), generalmente se contemplan las siguientes 6 subhuellas:

- Huella ecológica de las áreas de cultivo: mide la demanda de terrenos para la obtención de alimentos y fibras, piensos para animales, cultivos oleaginosos y caucho.
- Huella ecológica de tierras de pastoreo: mide la demanda de pastizales para criar animales para la producción de carne, leche, piel y productos de lana.
- Huella ecológica de los productos forestales: mide la demanda de los bosques para proporcionar madera para combustible, productos de madera y pasta de papel.
- Huella ecológica de las zonas de pesca: mide la demanda de los ecosistemas marinos y de agua dulce necesarios para repoblar los mariscos cosechados y apoyar la acuicultura.
- Huella ecológica de la superficie urbanizada: mide la demanda de las áreas biológicamente productivas cubiertas por infraestructura, incluyendo carreteras, viviendas y estructuras industriales.
- Huella ecológica de energía o Huella de carbono: mide las emisiones de carbono Provenientes de la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento.

Estas emisiones se convierten en áreas forestales que necesitan capturar las emisiones que no son absorbidas por los océanos.

La huella ecológica en el contexto humano

La huella ecológica, en el contexto humano, refiere al impacto total que los individuos, comunidades o sociedades ejercen sobre el medio ambiente, considerando el consumo de recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones de carbono. Esta métrica integral permite evaluar la sostenibilidad de nuestros estilos de vida y actividades, revelando cómo nuestras decisiones y acciones afectan a los ecosistemas locales y globales. Como señaló el autor Alan Durning, "La huella ecológica es un recordatorio tangible de que somos parte de la naturaleza y de que nuestros actos tienen consecuencias." En otras palabras, la huella ecológica nos confronta con la necesidad urgente de adoptar prácticas más sostenibles y conscientes,

reconociendo que nuestras acciones individuales y colectivas pueden tener un impacto duradero en la salud del planeta y en la calidad de vida de las generaciones futuras.

Estrategia Didáctica Ambiental

Según Carretero, Jacott y López (2008), la estrategia didáctica ambiental se define como un enfoque pedagógico diseñado para enseñar a los estudiantes sobre la importancia de la conservación del medio ambiente, la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, mediante actividades prácticas, proyectos de investigación y otras metodologías que promueven la comprensión profunda de los problemas ambientales y fomentan la adopción de comportamientos más sostenibles.”

Una estrategia didáctica ambiental es un enfoque pedagógico diseñado para enseñar a los estudiantes sobre la importancia de la conservación del medio ambiente, la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Estas estrategias pueden incluir actividades prácticas, proyectos de investigación, debates, juegos de rol, visitas a campo, entre otras metodologías, con el objetivo de promover la comprensión profunda de los problemas ambientales y fomentar la adopción de comportamientos más sostenibles.

Sostenibilidad ambiental

Según la UNESCO, la sostenibilidad ambiental se define como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas propias. Esto implica mantener un equilibrio entre el uso responsable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la reducción de los impactos ambientales negativos, con el objetivo de preservar la salud del planeta a largo plazo y garantizar el bienestar de todas las formas de vida que lo habitan.

La lúdica en el proceso de enseñanza aprendizaje

Las estrategias lúdicas brindan a la educación un ambiente más participativo y creativo para aprender, son un método eficiente para alcanzar un aprendizaje a partir de una experiencia

vivida. No solo sirve para implementar conceptos o contenidos que el estudiante debe aprender, sino que es una metodología que otorga a los contenidos un procedimiento determinado.

La implementación de las estrategias lúdicas en la educación superior es poco valorada para la formación integral del profesional. En ocasiones se observa que la educación del adulto se convierte en tradicional y poco constructiva. La falta de herramientas -como el material de apoyo- repercute en los métodos de aprendizaje, en el alcance de aprendizaje significativo en donde los estudiantes pueden obtener cambios, no solo en dicho proceso, sino en su desarrollo personal como seres humanos críticos y capaces de ser proactivos en el transcurso de su vida.

Para Tovar, E. (2019), las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental no son asignaturas complejas, pero requieren de una mayor comprensión para asimilar sus contenidos y la importancia que tienen para la cotidianidad. Por ello, se ha observado que la falta de comprensión teórica se ha convertido en un problema crucial en las instituciones educativas, no solo de Colombia sino también de sus alrededores.

De igual manera, Ballesteros (2011) menciona que el juego implica "ser" y "hacer", por lo que requiere de la participación activa e integral de quien lo aborda, al permitirle explorar y experimentar a partir de sensaciones, movimientos y de la interacción con los demás y con la realidad exterior, para estructurar de forma progresiva su aprendizaje sobre el mundo. De acuerdo con lo anterior, la participación de estas estrategias lúdicas dentro del aula de clases permite al docente ser un orientador de habilidades cognitivas y socio-efectivas, al incrementar en los estudiantes el deseo de "aprender a aprender", y, autorregular su aprendizaje al elegir un escenario adecuado para lograrlo; de esta manera, los estudiantes regulen sus motivaciones, encuentran sentido a lo que hacen y lo utilizan en nuevas situaciones.

DISEÑO METODOLÓGICO

Diseño de la investigación

El estudio de la investigación es acción-participación, ya que está basado en el aprendizaje colectivo de la realidad, la participación activa de los grupos implicados, orientada a la estimulación para lograr una práctica transformadora y un cambio social; bajo un enfoque

cuantitativo, ya que se llevará a cabo la recolección y análisis de datos numéricos, a través de la aplicación cuestionarios.

MÉTODO

Análisis de los datos

Con el fin de facilitar el análisis estadístico de los datos se utilizó el editor Visual Estudio Code para escribir y ejecutar código del lenguaje de programación Python, del cual se importó la librería Numpy.

La presente investigación se desarrolló bajo un **método de investigación acción-participación**, el cual se caracteriza por involucrar activamente a los miembros de la comunidad educativa en el diagnóstico, ejecución y evaluación de una propuesta de intervención. Este enfoque permite integrar la práctica pedagógica con la reflexión crítica, favoreciendo

Consistencia y confiabilidad de los datos

Por medio del lenguaje de programación Python y su librería Numpy se obtuvo el coeficiente Alfa de Cronbach y la correlación de Pearson, los cuales brindan información acerca de la consistencia y confiabilidad de los datos.

Figura.1. Coeficiente Alfa de Cronbach y la correlación de Pearson

```
# Resultados de los cálculos estadísticos

Coeficiente Alfa de Cronbach: 0.5507

Correlaciones de Pearson:
[[ 0.          -0.57075495 -0.15447192 -0.31435186]
 [-0.57075495  0.          -0.36423671 -0.43774638]
 [-0.15447192 -0.36423671  0.          -0.54321079]
 [-0.31435186 -0.43774638 -0.54321079  0.          ]]
```

```

alpha = cronbach_alpha(data_array)
print(f"Coefficiente Alfa de Cronbach: {alpha:.4f}")

# Calcular correlaciones de Pearson
correlations = np.zeros((4, 4))
for i in range(4):
    for j in range(4):
        if i != j:
            valid = ~np.isnan(data_array[:, i]) & ~np.isnan(data_array[:, j])
            r, _ = stats.pearsonr(data_array[valid, i], data_array[valid, j])
            correlations[i, j] = r

print("\nCorrelaciones de Pearson:")
print(correlations)

```

Fuente: Elaboración propia con Python y la librería NumPy, Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y., 2024

Análisis estadístico de los resultados

Con el fin de evaluar el impacto de la intervención pedagógica, se aplicaron pruebas diagnósticas (pretest) y pruebas finales (postest) a estudiantes y docentes, cuyas respuestas fueron analizadas mediante herramientas estadísticas con el apoyo del lenguaje de programación Python. El análisis incluyó medidas de tendencia central (media), de dispersión (desviación estándar) y de confiabilidad (KR-20 y Alfa de Cronbach), así como comparaciones directas entre los resultados del pretest y el postest.

Resultados generales:

Grupo	Pretest (%)	Postest (%)	Mejora (%)
Estudiantes	65%	84%	+19
Docentes	49%	84%	+35

estudiantes, se evidenció un incremento del 19% en respuestas correctas, mientras que en los docentes la mejora fue de 35%. Esto refleja una ganancia significativa de conocimiento y comprensión sobre la huella de carbono y sus implicaciones.

Resultados por indicadores (estudiantes):

Indicador	Pretest (%)	Postest (%)	Mejora (%)
Comprensión conceptual básica	71.6	97.1	+25.5
Identificación de fuentes e impactos	53.9	57.1	+3.2
Alternativas sostenibles	39.2	74.3	+35.1
Acciones de mitigación personal	70.6	97.4	+26.8
Implementación en el contexto escolar	88.2	94.3	+6.1

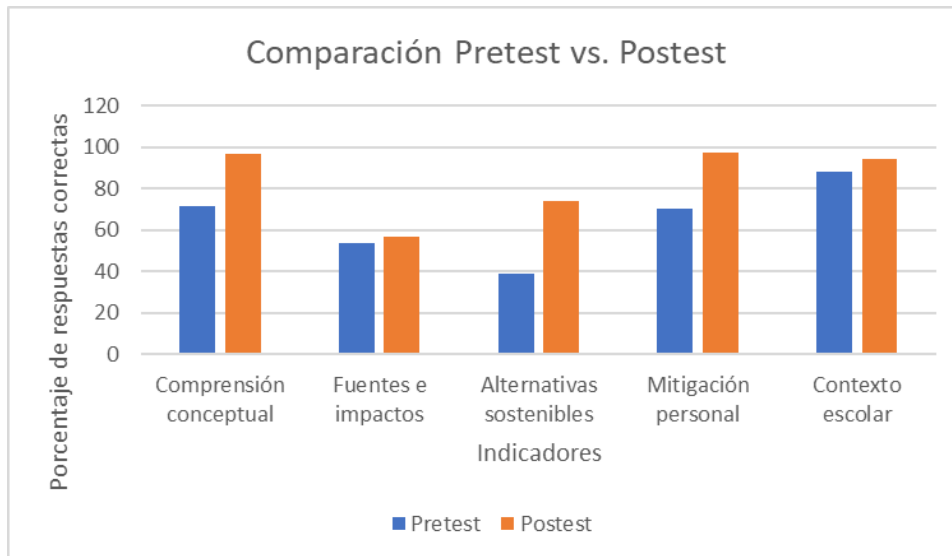
- Estudiantes pretest: $\sigma \approx 17.4$
 - Estudiantes posttest: $\sigma \approx 15.2$
- Esta reducción en la desviación estándar indica una mayor homogeneidad en las respuestas tras la intervención.

Análisis de confiabilidad:

- El coeficiente **KR-20** fue de **0.76**, lo que indica una consistencia aceptable en el cuestionario de respuestas dicotómicas.
- El coeficiente **Alfa de Cronbach** alcanzó un valor de **0.81**, lo cual representa una alta confiabilidad del instrumento.
- La **correlación de Pearson** entre los puntajes del pretest y posttest fue de **$r = 0.58$** , evidenciando una correlación moderada positiva, coherente con una mejora asociada a la intervención.

Interpretación:

Los datos sugieren que la implementación de la guía técnica y las estrategias pedagógicas participativas contribuyeron a un aprendizaje significativo, especialmente en los indicadores relacionados con la acción personal y la identificación de alternativas sostenibles. La mejora moderada en algunos indicadores, como la identificación de fuentes, señala oportunidades para reforzar ciertos contenidos en futuras intervenciones.

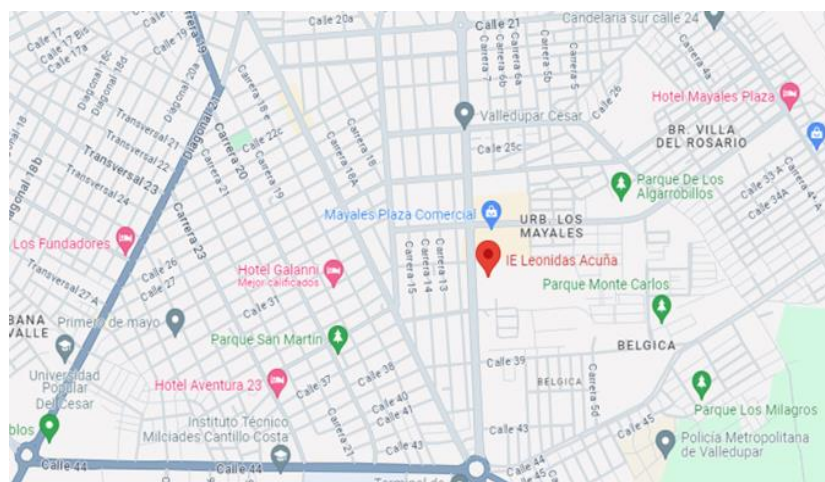


Población

Este estudio se desarrolló en la Institución Educativa Leónidas Acuña, ubicada en la calle 36 con Carrera 7ª #36-237 Av. Salguero, Valledupar/Cesar. La cual cuenta con una población total de 4.336 estudiantes y 30 profesores, de acuerdo al sistema de datos abiertos del gobierno nacional.

Muestra

Figura 2. Ubicación de la I.E. Leónidas Acuña, Valledupar Cesar



Fuente: Google Maps (2024).

Se aplicó un muestreo probabilístico a uno de los grados, en el que se incluyen individuos de la edad promedio en la escuela, es decir, de 13 a 14 años. La muestra corresponde a la totalidad de estudiantes grado noveno – 02, que corresponde a 35 estudiantes, al igual que a 6 docentes en las áreas de biología, lengua castellana, matemáticas y 3 personas de servicios generales.

PROCEDIMIENTO

Preliminares

En esta etapa de la investigación **se realizaron las respectivas solicitudes de autorizaciones** para el ingreso a la institución y el desarrollo de las actividades del estudio. De igual forma, **se socializó el proyecto con toda la comunidad educativa objetivo**, incluyendo directivos, docentes, estudiantes y padres de familia o acudientes.

Para no incurrir en violación de datos personales, se presentó un consentimiento informado (Ver Anexo 1) para la custodia, tratamiento y publicación de dicha formación.

- Sobre el cambio climático.
- Consecuencias de la contaminación.
- El diseño y aplicación de estrategias para el manejo de basuras en mi colegio.
- El ahorro de energía.

Desarrollo

Se divide en cuatro etapas, tal como se describe en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Etapas del desarrollo de la investigación

Etapas del desarrollo la investigación.		
Objetivo	Instrumentos	Acciones.
Etapa 1: ● Etapa 1: Recolección de datos primarios. Aplicación de Prueba diagnóstica.	● Diseño de cuestionario diagnóstico de conocimientos.	Se aplicará el cuestionario tipo Likert, al cual se le realizará un análisis de confiabilidad mediante el

		coeficiente Alfa de Cronbach.
<p>Etapa 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo de actividades pedagógicas. Capacitación sobre la temática de la huella de carbono a través de estrategias didácticas, recolección de datos necesarios para medir la huella de carbono por medio de una guía técnica de estimación de la huella de carbono y proceso de medición de la huella de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Implementación de una guía técnica de estimación de la huella del carbono. ➤ Proceso de medición de la huella del carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se aplicará el desarrollo de la guía técnica para capacitar al estudiantado implicado sobre el tema de las huellas de carbono. ● Una vez se tengan los datos en la guía técnica, se procede a calcular la huella del carbono aplicando los pasos detallados en el Manual Práctico para Reducir la Huella de Carbono en el Ambiente Escolar publicado por la Organización para la Educación Ambiental (OEA), titulada "Guía Didáctica. Huella De Carbono En Centros Educativos"

<p>Etapa 3: Desarrollo de actividades didácticas. Implementación de estrategias didácticas orientadas a mitigar la huella de carbono</p>	<p>Diseño de actividades activas (taller lúdico, obra de teatro).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Se desarrollará las diferentes estrategias diseñadas para la sensibilización del tema su importancia
--	---	--

<p>Etapa 4: Recolección de datos finales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación del impacto de las estrategias implementadas en la reducción de la huella de carbono y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Studio.Diseño de cuestionario evaluativo de aprendizaje significativo. ● Diseño de estrategias didáctica de retroalimentación 	<p>Se aplicará un cuestionario evaluativo tipo dicotómico con análisis estadístico de KR- 20 (fórmula 20 de Kuder-Richardson).</p> <p>Se utilizarán diversas estrategias para mejorar el aprendizaje sobre la huella de carbono. Se revisaron los resultados de los cuestionarios evaluativos para identificar áreas problemáticas, seguidas de sesiones de feedback en grupos pequeños. Se realizaron talleres de reforzamiento con actividades prácticas y se implementaron campañas de sensibilización continua. Recursos multimedia y plataformas en línea complementaron estos esfuerzos. Cuestionarios breves periódicos ayudaron a monitorear el progreso y ajustar las estrategias de enseñanza. Este enfoque integral y adaptativo aseguró una mejora continua en el aprendizaje y la conciencia ambiental de los estudiantes.</p>
--	--	---

Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024)

Actividades metodológicas

Aplicación y diseño de los cuestionarios para el pretest y el postest.

Repasando el concepto; la huella de carbono se puede definir como un indicador ambiental que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Rodríguez y Fernández (2024). Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 2007. El ISO 14069, ISO 14067, PAS 2050 o GHG Protocol entre otras WBCSD & WRI (2005). La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente. Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción o compensación, públicos o privados. Rodríguez y Fernández (2024).

Considerando lo anterior se plantea tener en cuenta los siguientes indicadores al momento de diseñar el pretest y postest con el objeto de diagnosticar los conceptos sobre la temática a investigar.

- Comprensión conceptual básica
- Identificación de fuentes de impacto
- Acciones de mitigación personal
- Conocimiento de alternativas sostenibles
- Implementación en contexto educativo

En los anexos 1 y 2 se encuentran respectivamente las preguntas diseñadas de forma clara de los cuestionarios para el pretest y el postest.

El pretest y el postest se han diseñado a partir de unos indicadores claves que están alineados con los objetivos de este proyecto de investigación, los cuales se listan en la tabla 2 y que corresponden a las siguientes preguntas en el cuestionario que se realizó a los estudiantes de 9°02, docentes, Personal administrativo y Personal de Servicios Generales

Tabla 2. Indicadores evaluados en las preguntas del pretest

Indicador	Pretest
Comprensión conceptual básica	1,2,3
Identificación de fuentes e impactos	11, 13, 14

Conocimiento de alternativas sostenibles	5,12, 15
Acciones de mitigación personal	4, 6, 9
Implementación en contexto educativo	7,8,10

Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Figura 3. Aplicación del pretest en los estudiantes de 9°02.



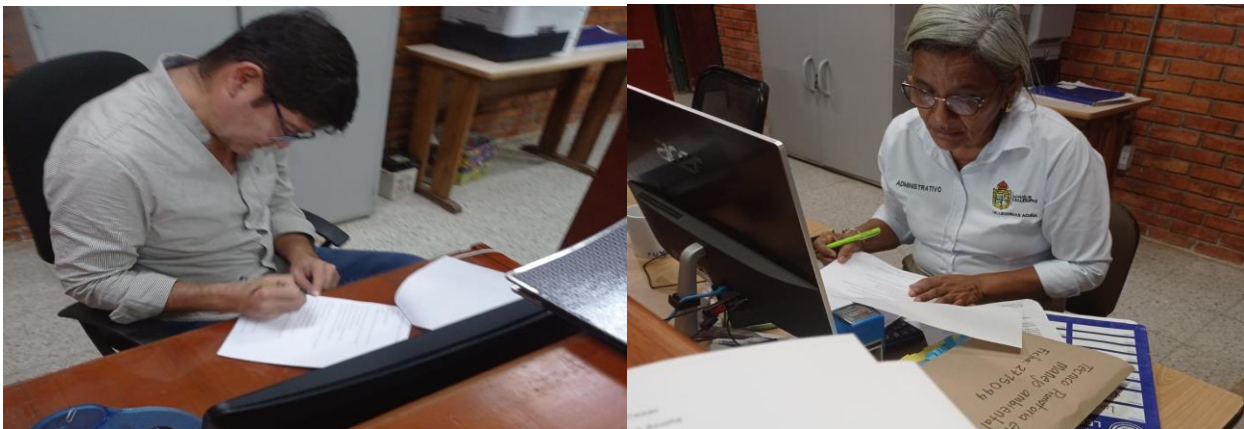
Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Figura 4. Aplicación del pretest en los docentes.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Figura 5. Aplicación del pretest en el Personal Administrativo.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Figura 6. Aplicación del pretest en el Personal de Servicios Generales.

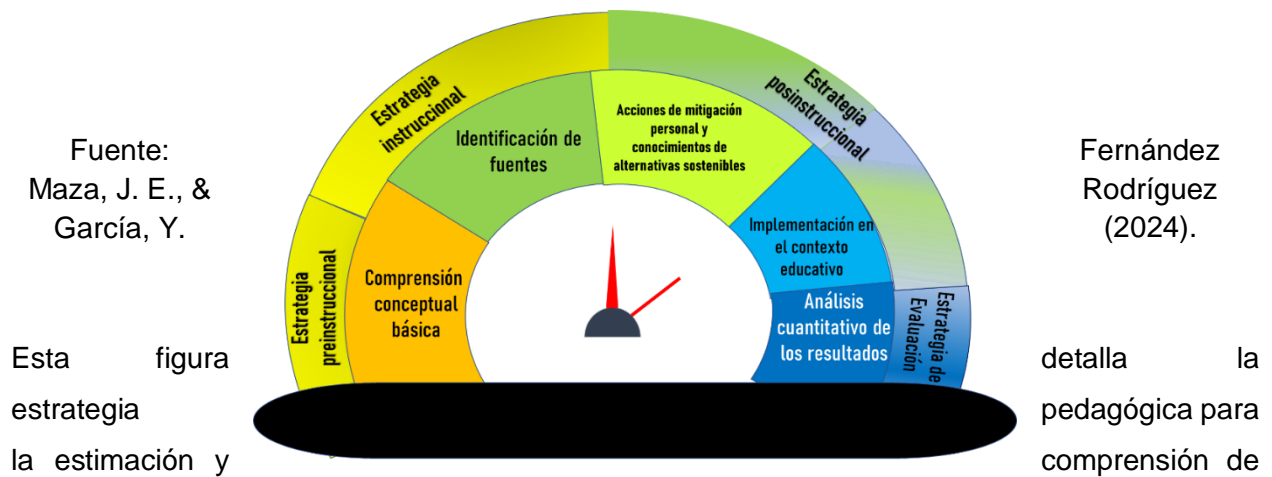


Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS A ESTUDIANTES Y DOCENTE

A partir de los indicadores establecidos se diseñó la siguiente metodología de enseñanza aprendizaje:

Figura 7. Implementación pedagógica y evaluación de estrategias



la huella de carbono, organizada en fases que abarcan desde la introducción conceptual hasta la evaluación. Cada fase incluye estrategias pedagógicas como preinstruccional, instruccional y posinstruccional para garantizar un aprendizaje progresivo, activo y significativo. Cada fase incluye estrategias pedagógicas como preinstruccional, instruccional y posinstruccional para garantizar un aprendizaje progresivo, activo y significativo.

1. Comprensión Conceptual Básica:

Estrategia Preinstruccional: Esta fase inicial tuvo una duración de 2 horas y estaba orientada a brindar a los estudiantes una comprensión sólida de los conceptos fundamentales relacionados con la huella de carbono. Los contenidos fueron; la definición de la huella de carbono, su importancia en el cambio climático, y las fuentes de gases de efecto invernadero (GEI), tanto naturales como antropogénica.

Las actividades propuestas comprendieron una presentación visual interactiva que contextualizaba el tema, seguida de una discusión en pequeños grupos para explorar las percepciones y conocimientos previos de los estudiantes. Los materiales utilizados incluyen presentaciones multimedia diseñadas para captar el interés y facilitar la comprensión del tema.

2. Identificación de Fuentes de Impacto:

Estrategia Instruccional: Con una duración de 2 horas, esta fase se centró en identificar las principales fuentes de emisión y medición de la huella de carbono, así como los impactos ambientales asociados. También se introdujo a los estudiantes en el uso de herramientas de medición de la huella de carbono, como calculadoras online y balanzas.

Las actividades realizadas fueron un taller práctico en el que los estudiantes aprendieron a utilizar estas herramientas y a calcular valores obtenidos para comprender mejor el impacto de sus actividades. Los materiales utilizados incluían guías sobre acciones sostenibles y recursos educativos sobre energías renovables y consumo responsable.

3. Acciones de Mitigación Personal y Alternativas Sostenibles

Estrategia Instruccional: En esta fase de 2 horas, los estudiantes exploraron acciones individuales para reducir su huella de carbono y alternativas sostenibles para mitigar su impacto ambiental. El enfoque se hizo para fomentar un cambio de comportamiento hacia prácticas más sostenibles.

Las actividades incluyeron una lluvia de ideas en grupos pequeños para identificar acciones concretas, seguida del diseño de un plan familiar y personal para implementar estas acciones. Los materiales empleados consistieron en cartillas sobre acciones sostenibles y recursos que promueven el uso de energías renovables y el consumo responsable.

4. Implementación en el Contexto Educativo

Estrategia Posinstruccional: Con una duración de 2 horas, esta fase busca involucrar tanto a docentes como a estudiantes en el diseño y desarrollo de proyectos colaborativos relacionados con la sostenibilidad. Los contenidos incluyen ejemplos de iniciativas exitosas en otras instituciones educativas y herramientas para estructurar trabajos colaborativos.

Las actividades principales comprendieron la elaboración de proyectos en grupo, su presentación y discusión en un entorno colaborativo. Los materiales incluían plantillas diseñadas para facilitar la estructuración de los proyectos y ejemplos prácticos que inspiran la creatividad y el compromiso.

5. Evaluación

Estrategia de Evaluación: La evaluación, con una duración de 1 hora, se realizó a través de un post-test que mide el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes en relación con los conceptos de huella de carbono y estrategias de mitigación. Este proceso incluye retroalimentación grupal e individual para reforzar los aprendizajes y abordar posibles vacíos de conocimiento.

Se utilizaron instrumentos de evaluación diseñados específicamente para este propósito, basados en preguntas clave que reflejan los contenidos abordados en las fases anteriores. Los resultados se emplearon para ajustar y mejorar futuras estrategias pedagógicas.

Esta estrategia pedagógica combina enfoques teóricos y prácticos para proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda y aplicable de la huella de carbono. La metodología empleada garantiza una participación activa y fomenta un cambio de actitud hacia prácticas más sostenibles, tanto a nivel personal como comunitario.

Implementación de la guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas

Link guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas: https://drive.google.com/drive/folders/1qtZkEBnmM_jv1w-B7VkqUQDKhmDDGbfk?usp=drive_link

Con base en la **guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas**, se diseñó e implementó una clase para sensibilizar y capacitar al estudiantado sobre la importancia de medir, reducir y compensar las emisiones de carbono generadas por sus actividades. Los momentos realizados fueron las siguientes:

Link plan de clase:

<https://docs.google.com/document/d/1AAf9BAQrBvWjdN5S7IamHSSJnhwHMyZD5UZ4NQ0bBfk/edit?usp=sharing>

➤ Momento de exploración

Actividades para enseñar a los alumnos sobre la huella de carbono (9-02)

Actividad 1

Identificación de Fuentes de Emisión de Carbono en la Vida Diaria

- **Organización de los estudiantes:** Se organiza a los estudiantes en círculo dentro del salón de clases para iniciar una discusión sobre las fuentes de emisión de carbono. Cada estudiante comparte ejemplos de actividades diarias (en el hogar o en la escuela) que creen que generan emisiones de carbono, como el uso de transporte, el consumo de electricidad o el manejo de residuos.

Figura 8. Identificación de Fuentes de Emisión de Carbono en la Vida Diaria



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Actividad 2

Cine-foro: Documental sobre el Cambio Climático y la Huella de Carbono

- **Visualización de un documental corto:**

Los estudiantes verán un documental corto o un fragmento de una película relacionada con el cambio climático y la huella de carbono. (3:25 minutos)

Figura. 9. Documental sobre el Cambio Climático y la Huella de Carbono



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024)

➤ **Momento de Estructuración**

· Observación del sitio web:

<https://sites.google.com/unicesar.edu.co/lahuelladecarbono?usp=sharing>

Figura 10. Explicación del tema por parte del docente.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

➤ **Momento de práctica y ejecución**

- link juego: <https://learningapps.org/display?v=pyn2ngt1n24>
- El docente indica a los estudiantes el proceso correcto para el desarrollo del juego quien quiere ser millonario.

Figura 11. Explicación del proceso correcto para el desarrollo del Juego didáctico.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

➤ **Momento de transferencia:**

link: <https://learningapps.org/watch?v=psd5jyvy324>

Debaten y eligen una respuesta correcta para cada pregunta de interpretación. (**Grupos de 5 a 6 estudiantes**)

Debate y respuesta:

- Cada grupo debate por **2 a 3 minutos** sobre cada pregunta.
- Entregan su respuesta por escrito al docente.

Figura12. Debate



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Proceso de medición de la huella ecológica personal en los estudiantes:

- Los estudiantes participaron en una actividad para calcular su huella ecológica personal, utilizando una herramienta diseñada para analizar el impacto ambiental de sus hábitos diarios. Esta herramienta les permitió comprender mejor el nivel de emisiones de carbono generado por aspectos como el consumo de energía, el uso de transporte, la dieta y la gestión de residuos. link:<https://minas.medellin.unal.edu.co/campus-sostenible/calculadora-huella-de-carbono>

Figura 13. Diagnóstico personalizado y recomendaciones prácticas para reducir la huella ecológica.



Fuente: <https://minas.medellin.unal.edu.co/campus-sostenible/calculadora-huella-de-carbono> (2024).

Cálculo de la huella de carbono vehículos

La huella de carbono generada por los vehículos de la institución educativa "Leonidas Acuña" puede estimarse considerando la cantidad de vehículos utilizados diariamente.

Tabla 3. Vehículos de la institución educativa Leónidas acuña (lunes a viernes - 9:40 am).

Días:	1	2	3	4	5
Carros	11	14	10	14	13
Motos	27	23	31	27	22
Total Vehículos :	38	37	41	41	35

Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

link de imagen de carros y motos:

https://drive.google.com/drive/folders/1FGNdhx37WD5y6U2xkPb3KoO13Ud_tJED?usp=drive_link

Diseño de actividades activas (taller lúdico, obra de teatro).

link taller lúdico:

https://docs.google.com/document/d/1f7bIEdl5FjgZNBHPULSqEd0C-Qlh1f2q/edit?usp=drive_link&oid=116424973552875290604&rtpof=true&sd=true

link obra de teatro:

Taller lúdico

En clase se realizó un taller lúdico titulado "*Descifrando la Huella de Carbono*", cuyo propósito fue sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de comprender y reducir su huella de carbono.

- **1. Actividad Inicial:**
 - ¿Qué saben sobre la huella de carbono?
 - Explicación por parte del maestro: Huella de Carbono: Medida total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por una persona, organización o actividad, expresada en toneladas de CO2 equivalente por año.
 - Importancia: Discute cómo la huella de carbono contribuye al cambio climático y la necesidad de reducirla.

- **2. Actividad Principal:** Sopa de letras (10 minutos). Instrucciones:
 - Dividir a los estudiantes en equipos de 4-5.

Figura 14. Sopa de letra.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024)

- Indicar que tienen 10 minutos para encontrar tantas palabras como puedan.

Figura 15. Explicación de la sopa de letra.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Al finalizar, cada equipo presenta una palabra encontrada y explica su relación con la huella de carbono.

Figura 16. Momento de sustentación



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

➤ **3. Reflexión: Acciones para Reducir la Huella" (20 minutos)**

- **Dinámica de Discusión:** En grupos, deben discutir y anotar 3 acciones concretas que pueden tomar para reducir su huella de carbono. Ejemplos de acciones: Usar el transporte público o bicicleta, apagar luces y dispositivos electrónicos al salir de una habitación y consumir productos locales y de temporada.
- **Compartir Ideas:** Cada grupo presenta sus acciones al resto de la clase. Anotan en el pizarrón.

Figura 17. Discusión



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

➤ **4. Actividad de Cierre: Compromiso Colectivo (25 minutos)**

- **Elaboración del Compromiso:** Cada grupo elige un compromiso colectivo que quieren adoptar para reducir su huella de carbono. Ejemplos de compromisos: Usaremos la bicicleta para ir a la escuela al menos una vez por semana, reciclaremos todos los plásticos y papeles en casa.
- **Presentación de Compromisos:** Cada grupo presenta su compromiso y lo escribe en el pizarrón. Una vez que todos los compromisos estén en el pizarrón, discute cómo pueden asegurarse de cumplirlos.

Figura 18. Cierre de actividades.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Obra de teatro: La campaña "Caminos de Carbono" se realizó con el objetivo de sensibilizar a los estudiantes sobre la huella de carbono y la importancia de adoptar hábitos sostenibles. A través de un enfoque dinámico y colaborativo, se busca fomentar el diálogo y la educación entre los jóvenes.

link:https://drive.google.com/file/d/161t0znGzXrdkFGOM0az-uYvNriZSacy/view?usp=drive_link

Figura 19. Campaña de sensibilización



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

La campaña Caminos de Carbono no solo busca informar, sino también inspirar a los estudiantes a actuar y ser agentes de cambio en su entorno.

Cartilla: Huellas de carbono.

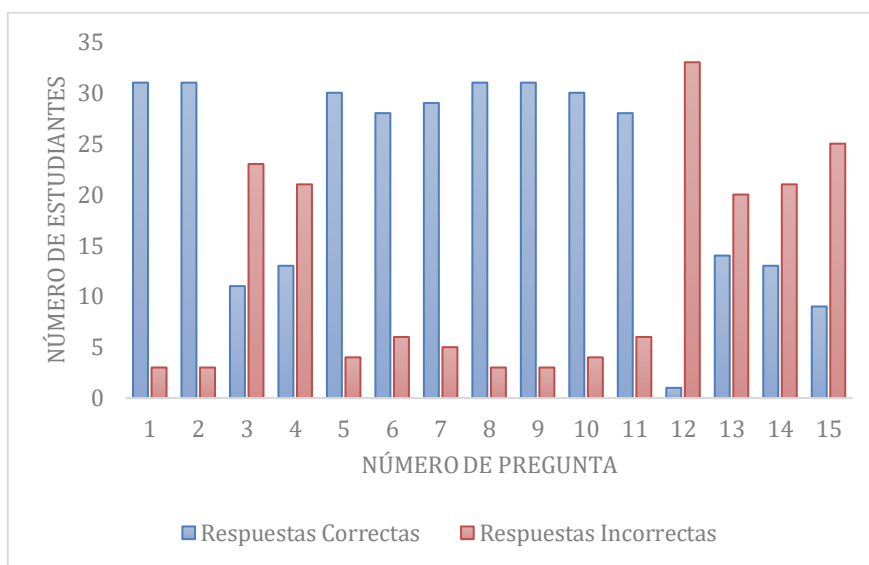


En el siguiente código QR se muestra en una sencilla cartilla resultado, la cual pueden consultar los estudiantes cuando lo deseen, en lugar de utilizar flyers, con los que se consume papel y se deterioran fácilmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación del pretest y postest en la institución educativa.

Figura 20. Resultados pretest estudiante.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Tanto para estudiantes como para docentes, personal administrativo y personal de Servicios General, se encontraron respuestas correctas e incorrectas en las mismas preguntas del cuestionario, con mayores dificultades para las preguntas 3, 4, 12, 13, 14 y 15 (ver anexo las preguntas) que incluye a cuatro de los cinco indicadores, con mayor incidencia en Identificación de fuentes e impactos. Esto resalta una deficiencia en educación ambiental que podría estar relacionada con métodos de enseñanza inadecuados o ausencia de integración interdisciplinaria con otras asignaturas. Tal como lo señalan Matamba y Cuero (2020), la fragmentación de la información de asignaturas como biología, matemáticas y educación ambiental lleva a que los estudiantes no puedan integrarla de manera significativa convirtiéndolo en un aprendizaje superficial.

Por otra parte, Canabal y Margalef (2017) sugieren que la mejor forma de abordar este tipo de falencias es a través de un cambio profundo en el diseño curricular, en el que se incluyan enfoques más integrales y contextualizados en educación ambiental. También con la implementación de secuencias didácticas que permitan la comprensión holística del ciclo de la huella de carbono y otros ciclos biogeoquímicos.

En cuanto a los docentes, Ramos y otros (2017) recomiendan la capacitación continua teórico – práctica, tanto en información actualizada como en estrategias pedagógicas efectivas que permitan la enseñanza de los conceptos más complejos.

Tal como muestran estos resultados de la prueba diagnóstico, las falencias observadas indican una necesidad urgente de mejorar la educación ambiental tanto para estudiantes como para docentes. Esto implica revisar los métodos pedagógicos, enriquecer el currículo educativo y proporcionar formación continua a los educadores, todo ello orientado a fomentar un entendimiento más profundo y contextualizado sobre la huella de carbono

Resultado 2. Estrategias didácticas orientadas a mitigar la huella de carbono

Implementación de la guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas

Estrategias didácticas orientadas a mitigar la huella de carbono

Basándose en la guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas, se diseñó e impartió una clase. Los momentos desarrollados fueron los siguientes:

➤ **Momento de exploración:**

Actividades para enseñar a los alumnos sobre la huella de carbono (9-02)

Actividad 1

Figura 21. Identificación de Fuentes de Emisión de Carbono en la Vida Diaria



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

Esta actividad permitió que los estudiantes del grado 9-02 reflexionaran sobre las fuentes de emisión de carbono presentes en su vida diaria, tanto en el hogar como en la escuela. Al compartir ejemplos, lograron identificar prácticas cotidianas que contribuyen a la huella de carbono, como el uso del transporte, el consumo de electricidad y la gestión de residuos.

Además, se fomentó la participación activa y el pensamiento crítico, ya que cada estudiante analizó el impacto de sus acciones en el medio ambiente. La discusión en círculo facilitó un intercambio de ideas enriquecedor, permitiendo que los alumnos ampliaran su comprensión sobre el tema. También se generó conciencia ambiental al visualizar cómo pequeñas decisiones pueden afectar el planeta. Asimismo, la actividad incentivó la colaboración y el trabajo en equipo, promoviendo el aprendizaje a través del diálogo. Los estudiantes adquirieron una mayor sensibilidad sobre la importancia de reducir su impacto ambiental. Finalmente, se estableció una base para futuras acciones orientadas a la reducción y compensación de emisiones de carbono.

Discusión: La actividad también reveló que la reflexión en grupo es esencial para promover la colaboración. A través del intercambio de ideas, los estudiantes no solo compartieron soluciones prácticas, sino que también discutieron la importancia de involucrar a toda la comunidad educativa para lograr un cambio más amplio y efectivo. Sin embargo, se planteó la duda sobre cómo garantizar que todos los estudiantes continúen aplicando estos aprendizajes fuera del aula. A pesar de esto, se coincidió en que esta actividad sentó las bases para futuras acciones orientadas a la reducción y compensación de emisiones de carbono, y que la conciencia ambiental debe ser un proceso continuo que se refuerce a lo largo del tiempo.

Actividad 2

Cine-foro: Documental sobre el Cambio Climático y la Huella de Carbono

Figura. 8. Visualización de un documental corto:



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

La proyección del documental sobre el cambio climático y la huella de carbono permitió que los estudiantes comprendieran de manera visual y concreta el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. Al ver imágenes y testimonios sobre los efectos del calentamiento global, pudieron sensibilizarse y generar una mayor conciencia sobre la urgencia de reducir las emisiones de carbono. La actividad también favoreció el pensamiento crítico, ya que los estudiantes analizaron las causas y consecuencias del

cambio climático desde una perspectiva científica y social. Además, el cine-foro estimuló la reflexión sobre acciones individuales y colectivas que pueden contribuir a mitigar este problema. Durante la discusión posterior, los estudiantes compartieron sus opiniones, aclararon dudas y relacionaron el contenido del documental con su vida cotidiana. Esto fomentó el diálogo y la participación activa, fortaleciendo su compromiso con la sostenibilidad. La experiencia audiovisual resultó ser un recurso didáctico efectivo para transmitir conocimientos y emociones de manera impactante. Finalmente, la actividad sentó las bases para futuras iniciativas enfocadas en la reducción de la huella de carbono dentro y fuera del aula.

➤ Momento de Estructuración:

Figura 9. Explicación del tema por parte del docente.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

La explicación del docente permitió que los estudiantes comprendieran qué es la huella de carbono, su alcance e importancia. A través de este espacio, identificaron las principales fuentes de emisión, como el transporte y el consumo de energía, relacionándolas con su vida cotidiana. Además, se fomentó la reflexión sobre cómo sus acciones impactan el medio ambiente y qué medidas pueden tomar para reducir su huella de carbono.

La actividad incentivó el pensamiento crítico, ya que los alumnos analizaron la relación entre sus hábitos y el cambio climático. También se promovió la participación activa, permitiendo que expresaran dudas y discutieran soluciones sostenibles. Finalmente, la información proporcionada sirvió como base para futuras acciones, fortaleciendo su conciencia ambiental y motivándolos a adoptar hábitos más responsables.

Discusión: Al finalizar la explicación sobre el tema la huella de carbono, surgió un debate sobre la responsabilidad individual y colectiva en la reducción de emisiones. Algunos estudiantes argumentaron que las acciones personales, como ahorrar energía y reciclar, son esenciales para el cambio. Otros señalaron que el problema principal radica en las industrias y gobiernos, por lo que se necesitan políticas más estrictas. Además, se discutió si las instituciones educativas deberían implementar más medidas sostenibles. En

conclusión, estuvieron de acuerdo que tanto individuos como organizaciones deben trabajar juntos para mitigar el impacto ambiental.

➤ **Momento de práctica y ejecución:**

Figura 10. Explicación del proceso correcto para el desarrollo del Juego didáctico.



Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

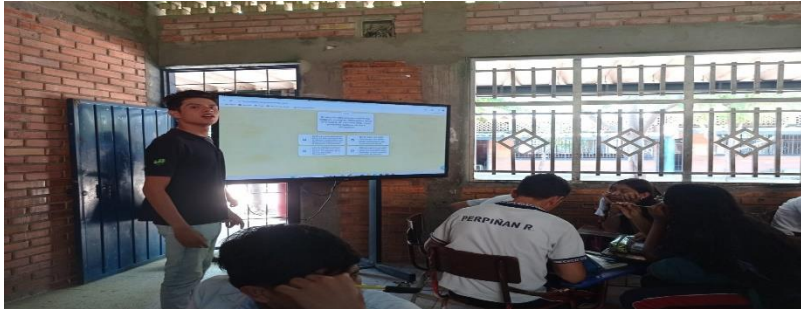
Después de realizar la actividad del juego didáctico, los estudiantes lograron consolidar sus conocimientos sobre la huella de carbono de manera dinámica y participativa. A través del juego, reforzaron conceptos clave sobre fuentes de emisión y estrategias para reducir su impacto ambiental. Además, desarrollaron habilidades de trabajo en equipo y toma de decisiones al enfrentar distintos retos dentro de la actividad.

La experiencia permitió que aplicaran el pensamiento crítico al relacionar el contenido aprendido con situaciones prácticas. También aumentó su motivación e interés por la sostenibilidad, ya que el formato lúdico hizo que el aprendizaje fuera más atractivo. Finalmente, se generó una mayor conciencia ambiental y se promovió el compromiso de los estudiantes para adoptar hábitos más responsables en su vida cotidiana.

Discusión: El juego didáctico fue valorado positivamente por todos los estudiantes, ya que facilitó el aprendizaje de la huella de carbono de manera dinámica y entretenida. Todos coincidieron en que esta metodología hizo que los conceptos fueran más fáciles de entender y aplicar en la vida cotidiana. Además, resaltaron que el trabajo en equipo permitió intercambiar ideas y fortalecer la conciencia ambiental. También estuvieron de acuerdo en que actividades interactivas como esta aumentan la motivación y el interés por el tema. Se destacó que combinar teoría y práctica mejora la comprensión y retención del conocimiento. Por lo anterior podemos decir, que todos coincidieron en que el juego fue una estrategia efectiva para sensibilizar sobre el impacto ambiental.

➤ **Momento de transferencia:**

Figura 19. Debate y respuesta



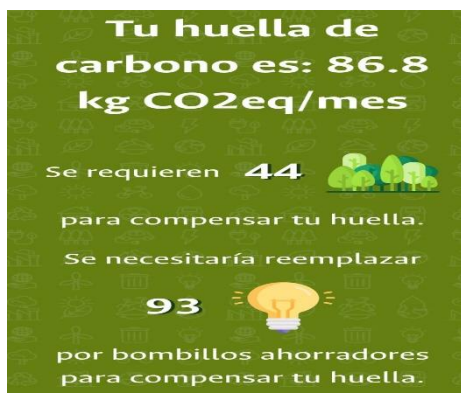
Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

La actividad de debate y respuesta logro que los estudiantes reforzaran su comprensión sobre la huella de carbono a través del análisis y la discusión en grupo. Al intercambiar ideas, lograron aclarar dudas y fortalecer su capacidad de argumentación, desarrollando habilidades de pensamiento crítico. También mejoraron su capacidad de trabajo en equipo, ya que debieron escuchar diferentes puntos de vista antes de llegar a una conclusión consensuada.

Además, la dinámica fomentó la participación activa, ya que cada alumno contribuyó con su conocimiento y opinión. La entrega de respuestas escritas al docente permitió evaluar el nivel de comprensión y detectar posibles dificultades en la interpretación del tema. Esta estrategia ayudó a consolidar el aprendizaje y reforzar la conciencia ambiental. Finalmente, se generó un espacio de reflexión donde los alumnos comprendieron la importancia de tomar decisiones informadas para reducir su impacto en el medio ambiente.

Discusión: En la actividad de debate y respuesta, todos los estudiantes coincidieron en que la discusión grupal fue fundamental para comprender mejor el tema de la huella de carbono. Coincidieron en que al compartir opiniones y analizar las preguntas en conjunto, pudieron aclarar conceptos y fortalecer sus conocimientos. Además, todos estuvieron de acuerdo en que el trabajo en equipo mejoró la calidad de sus respuestas y les permitió considerar diferentes perspectivas. Resaltaron que el debate fomentó la reflexión profunda sobre el impacto ambiental de sus acciones. Finalmente, todos concordaron en que este tipo de actividades facilita el aprendizaje activo y refuerza la importancia de actuar de manera responsable con el medio ambiente.

Proceso de medición de la huella ecológica personal en los estudiantes:



fuente: <https://minas.medellin.unal.edu.co/campus-sostenible/calculadora-huella-de-carbono-2024>.

Después de realizar la actividad de medición de la huella ecológica personal, los alumnos lograron una comprensión más profunda de cómo sus hábitos diarios impactan el medio ambiente. Al obtener un diagnóstico personalizado, pudieron identificar el nivel de sus emisiones de carbono, lo que les permitió reflexionar sobre sus prácticas cotidianas. La herramienta también ofreció recomendaciones claras y prácticas, que motivaron a los estudiantes a realizar cambios en sus hábitos, como utilizar transporte más sostenible o reducir el uso de plásticos. La actividad ayudó a los estudiantes a tomar conciencia de la importancia de cada acción en su vida diaria y cómo estas pueden afectar el planeta. Además, se promovió el pensamiento crítico, ya que los alumnos analizaron sus propios comportamientos y compararon sus resultados con los de sus compañeros. Esta experiencia les proporcionó herramientas concretas para reducir su huella ecológica.

Discusión: Todos los alumnos coincidieron en que la actividad de medir su huella ecológica fue una experiencia reveladora y educativa. Apreciaron la oportunidad de analizar de manera concreta cómo sus hábitos impactan el medio ambiente, y todos estuvieron de acuerdo en que tomar conciencia de su huella de carbono es un primer paso esencial hacia el cambio. Todos destacaron la importancia de las recomendaciones ofrecidas para reducir el impacto ambiental, como usar transporte más sostenible y reducir el consumo de plásticos. Además, coincidieron en que este tipo de actividades deberían ser más frecuentes para promover prácticas más responsables. En general, todos estuvieron motivados a aplicar lo aprendido en su vida diaria.

Diseño de actividades activas (taller lúdico, obra de teatro).

Figura22. Actividades activas



La implementación del taller lúdico Descifrando la Huella de Carbono permitió sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de reducir su impacto ambiental. Se observó una alta participación y motivación, con estudiantes comprometidos en las dinámicas propuestas. A través de juegos interactivos y reflexiones guiadas, los alumnos identificaron acciones cotidianas que contribuyen a la huella de carbono y propusieron alternativas sostenibles.

En la obra de teatro, los estudiantes representaron situaciones relacionadas con el reciclaje y el cuidado del medio ambiente, reforzando conceptos clave de forma creativa. La dramatización fomentó el trabajo en equipo, la expresión oral y la conciencia ambiental. Al finalizar, se aplicaron encuestas y observaciones cualitativas que reflejaron un incremento en el conocimiento sobre el tema. El 80% de los participantes manifestó mayor interés en adoptar prácticas sostenibles en su vida diaria. Los resultados obtenidos demuestran que el aprendizaje activo y experiencial constituye una estrategia efectiva para la educación ambiental. Tanto el taller lúdico como la obra de teatro facilitaron la comprensión de conceptos complejos, fomentando así el pensamiento crítico y la reflexión sobre el impacto ambiental individual. Estos hallazgos están en línea con investigaciones anteriores que subrayan la relevancia del juego y la dramatización en la creación de aprendizajes significativos.

Discusión: Todos los estudiantes coincidieron en que las actividades activas, como el taller lúdico y la obra de teatro, fueron experiencias altamente efectivas para aprender sobre la huella de carbono y el cambio climático. Apreciaron que estas actividades les permitieron involucrarse de manera práctica y divertida, lo que hizo que el tema fuera más interesante y memorable. Además, coincidieron en que estas actividades fomentaron el trabajo en

equipo y la creatividad, permitiéndoles expresarse de manera única. Todos estuvieron de acuerdo en que aprender a través del juego y la actuación facilitó la comprensión de conceptos complejos de una manera accesible. Consideraron que este tipo de métodos educativos debería implementarse más a menudo en el aula para promover el aprendizaje activo.

Estimación de la huella de carbono del agua, luz y vehículos de la institución.

La huella de carbono generada por los vehículos de la institución educativa "Leonidas Acuña" puede estimarse considerando la cantidad de vehículos utilizados diariamente.

Tabla 3. Vehículos de la institución educativa Leónidas acuña (lunes a viernes - 9:40 am).

Días:	1	2	3	4	5
Carros	11	14	10	14	13
Motos	27	23	31	27	22
Total Vehículos :	38	37	41	41	35

Fuente: Fernández Maza, J. E., & Rodríguez García, Y. (2024).

❖ **Emisión promedio de CO₂ :**

Carros: 2.4 kg de CO₂ por litro de gasolina, consumo promedio de 10 km/L.

Motos: 1.05 kg de CO₂ por litro de gasolina, consumo promedio de 22.5 km/L.

Distancia promedio diaria recorrida: 10 km por vehículo.

❖ **(lunes a viernes - 9:40 am)**

→ Día 1:

Carros (11): Emisión carros = $11 \times (10 \% 10) \times 2.4 = 26.4 \text{ kg CO}_2$

Motos (27): Emisión motos = $27 \times (10 \% 22.5) \times 1.05 = 12.6 \text{ kg CO}_2$

Total, día 1:

$$26.4 + 12.6 = 39 \text{ kg CO}_2$$

→ Día 2:

1. Carros (14):

$$14 \times (10 \% 10) \times 2.4 = 33.6 \text{ kg CO}_2$$

Motos (23):

$$23 \times (10 \% 22.5) \times 1.05 = 10.7 \text{ kg CO}_2$$

Total, día 2: $33.6 + 10.7 = 44.3 \text{ kg CO}_2$

→ Día 3:

Carros (10):

$$10 \times (10 \% 10) \times 2.4 = 24 \text{ kg CO}_2$$

Motos (31):

$$31 \times (10 \% 22.5) \times 1.05 = 14.5 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Total, día 3: } 24 + 14.5 = 38.5 \text{ kg CO}_2$$

→ Día 4:

Carros (14):

$$14 \times (10 \% 10) \times 2.4 = 33.6 \text{ kg CO}_2$$

Motos (27):

$$27 \times (10 \% 22.5) \times 1.05 = 12.6 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Total, día 4: } 33.6 + 12.6 = 46.2 \text{ kg CO}_2$$

→ Día 5:

Carros (13):

$$13 \times (10 \% 10) \times 2.4 = 31.2 \text{ kg CO}_2$$

Motos (22):

$$22 \times (102 \% 2.5) \times 1.05 = 10.3 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Total, día 5: } 31.2 + 10.3 = 41.5 \text{ kg CO}_2$$

❖ **Cálculo semanal total:**

Sumamos las emisiones diarias:

$$39 + 44.3 + 38.5 + 46.2 + 41.5 = 209.5 \text{ kg CO}_2 / \text{Semana.}$$

i. Por lo anterior podemos decir que en los vehículos de la institución educativa Leonidas Acuña (lunes a viernes - 9:40 am) tienen:

- **Emisión semanal:** ~210 kg de CO₂.
- **Emisión mensual (4 semanas):** 210 × 4 = 840 kg CO₂.

- **Emisión anual (10 meses escolares):** $840 \times 10 = 8,400$ kg CO₂ o 8.4 toneladas de CO₂ al año.

Servicio de energía eléctrica

La información del consumo de energía se obtuvo a través de los recibos de 2024 de la empresa Afinia Grupo EPM, quien presta el servicio de distribución en el departamento del Cesar, tal como se muestra en la tabla.

Tabla 5. Consumo de energía eléctrica de la sede principal 2024

Mes	Consumo (kWh)
Enero	510
Febrero	880
Marzo	18920
Abril	21120
Mayo	20680
Junio	15620
Julio	14520
Agosto	22000
Septiembre	20900
Octubre	18480
Noviembre	19800
Diciembre	17930

En total durante el año 2024 la institución consumió un total de 191360 kWh de energía eléctrica. El cálculo de emisiones de energía eléctrica se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Electricidad (Ton CO}_2\text{)} = \text{Consumo de electricidad (kWh)} \times \text{Factor de emisión (Ton } \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}}\text{)}$$

El factor de emisión se obtuvo a través de concertación entre el Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el cual es de $164,38 \times 10^{-3}$ Ton CO₂/kWh.

Servicio de agua

La institución paga el servicio de agua y alcantarillado a la empresa pública EMDUPAR S.A. E.S.P. No se cuenta con más información que los datos reportados en la tabla __.

Mes	Consumo (m ³)
Enero	200
Febrero	430
Marzo	1140
Abril	1112

Mayo	1156
Junio	1123
Julio	1098
Agosto	1148
Septiembre	1153
Octubre	1162
Noviembre	1150
Diciembre	878

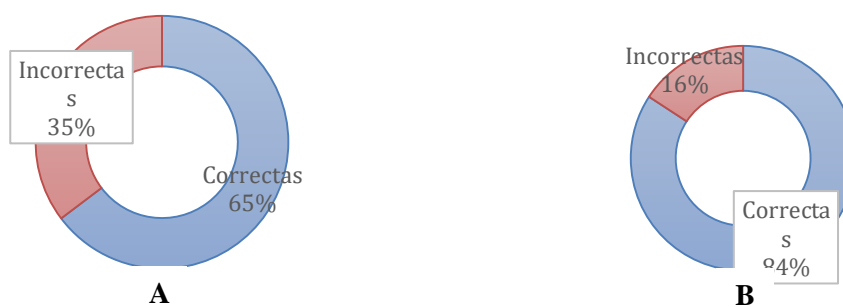
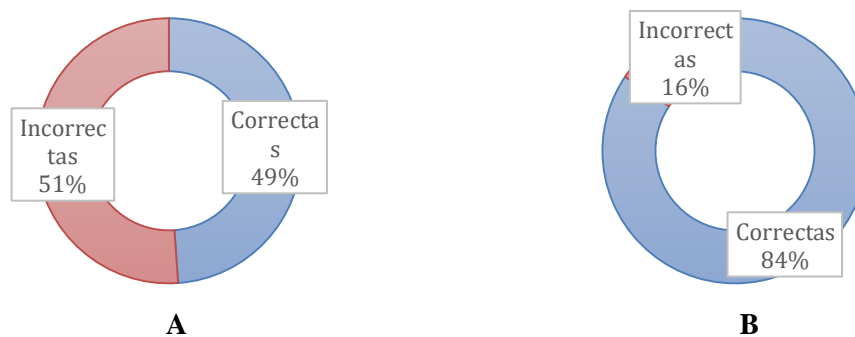
Tabla 6. Consumo de agua de la sede principal 2024

El consumo de agua total fue de 12410 m³. De acuerdo a Rodríguez (2022) el factor de emisión para la generación de agua potable es de 0.1427 Kg CO₂/m³, es decir, 0,0001427 Ton CO₂/m³.

Comparación de postest y el pretest en estudiantes y docentes.

Tabla 7. Indicadores a evaluar en el pretest y postest

Indicador	Pretest	Postest
Comprensión conceptual básica	1,2,3	1,2,3
Identificación de fuentes e impactos	11, 13, 14	11, 13, 14
Conocimiento de alternativas sostenibles	5,12, 15	5, 12, 15
Acciones de mitigación personal	4, 6, 9	4,6,9
Implementación en contexto educativo	7,8,10	7,8,10

Gráfica 1. Pretest (A) y Postest (B) Estudiantes- Porcentaje de respuestas correctas e incorrectas**Gráfica 2.** Pretest (A) y Postest (B) Docentes - Porcentaje de respuestas correctas e incorrectas

El análisis comparativo entre el pretest y postest aplicado a estudiantes de secundaria revela una mejora significativa en la comprensión de conceptos relacionados con la huella de carbono. Los resultados muestran:

Tabla 4

Pretest	65% Respuestas correctas
Postes	84% de Respuestas correctas
Incremento neto	19 puntos porcentuales

Esta mejora del 19% es particularmente relevante considerando que el postest incluyó preguntas de mayor complejidad cognitiva, requiriendo:

- Mayor capacidad de análisis
- Comprensión más profunda de las interrelaciones entre factores
- Mejor entendimiento de los impactos directos e indirectos en la emisión de carbono
- Mayor conciencia ambiental y pensamiento sistémico

La evolución en el desempeño docente muestra un cambio aún más pronunciado:

Tabla 5

Pretest.

Respuestas correctas	49%
Respuestas incorrectas	51%

Tabla 6

Postest:

Respuestas correctas	84%
Respuestas incorrectas	16%

- Incremento neto: 35 puntos porcentuales

Dentro de los aspectos positivos se destacan:

- La estrategia educativa demostró ser altamente efectiva tanto para estudiantes como docentes
- Se evidencia que las capacitaciones pueden cerrar brechas significativas de conocimiento en temas ambientales
- Los resultados sugieren una mejor preparación para implementar estrategias de reducción de huella de carbono.

<Documentos de estudios previos sugieren que luego de identificar fuentes e impactos de los gases de efecto invernadero, se debe plantear alternativas que lleven a reducir estos cambios a nivel ambiental. En ese sentido la UNESCO (2021) ofrece en su documento Educación para las *Metas de Desarrollo Sostenible: Aprendiendo los Objetivos*, cómo desde la educación se pueden ir socializando las alternativas de mayor éxito que puedan mitigar la contaminación que está teniendo el planeta. Así también la revista *Naturaliza Educación* (2021) presenta un compendio de alternativas incluyendo fuentes de energía renovables para enseñar en las instituciones educativas.

De igual forma de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se identifican los siguientes desafíos:

- Se evidencia una brecha inicial importante en el conocimiento docente sobre temas específicos de huella de carbono, incluso con su formación base en temas ecológicos
- La situación puede ser representativa de un desafío más amplio en el sistema educativo nacional
- Existe una necesidad de fortalecer la formación docente en temas ambientales específicos

Más allá de la implementación de programas de mitigación de la huella de carbono en las instituciones educativas, los objetivos finales de la aplicación de guías técnicas y posteriores medidas de mitigación, es impactar en el comportamiento de los estudiantes en sus actividades diarias, con el fin de que se conviertan en replicadores de la información. Ortega (2020) entrega prácticas individuales detalladas para aplicar tanto en las escuelas como en las casas de estudiantes y docentes.

El estudio revela varios aspectos críticos para la política educativa:

1. Formación Docente:

- Necesidad de actualización continua en temas ambientales
- Importancia de capacitación específica en huella de carbono
- Relevancia de formar multiplicadores de conocimiento

2. Implementación de Políticas:

- La brecha de conocimiento identificada puede afectar la implementación efectiva de políticas ambientales
- Se requiere un enfoque sistemático para la formación docente en temas de carbono neutralidad
- Necesidad de alinear la formación docente con objetivos nacionales de sostenibilidad.

Posterior a los conceptos básicos y siguiendo el proceso de análisis de factores causantes de la generación de carbono a la atmósfera, se ha considerado el relacionado con las fuentes e impactos de la huella de carbono en ambientes académicos. En la literatura, tanto científica, educativa y de iniciativas políticas, sobresalen documentos como Carbon Trust (2019) que ayuda a cualquier persona, sin importar el escenario donde se mueva y relaciona, a identificar las fuentes e impactos de la huella de carbono. Específicamente a nivel educativo, Benavides y León (2021) identifican y analizan las fuentes de emisiones de carbono, incluyendo evaluaciones de conocimiento a estudiantes y docentes.

De acuerdo a la tabla 3 y las gráficas 1 y 2, los indicadores evaluados muestran los siguientes resultados de aciertos promedios:

Tabla 7. Resultados indicadores estudiantes

Indicador	Preguntas	Pretest	Postest
Comprensión conceptual básica	1,2,3	71.6%	97.1%
Identificación de fuentes e impactos	11, 13, 14	53.9%	57.1%
Conocimiento de alternativas sostenibles	5,12, 15	39.2%	74.3%
Acciones de mitigación personal	4, 6, 9	70.6%	97.4%
Implementación en contexto educativo	7,8,10	88.2%	94.3%

En la tabla se observa que en el postest los indicadores fueron superiores a los del pretest evidenciando un cambio notable. Sin embargo, al evaluarlos individualmente, se aprecia que el indicador relacionado con la identificación de fuentes e impactos se mantuvo en valores bajos (53.9% y 57.1%), lo cual puede resultar crítico para la implementación de medidas para disminuir el impacto ambiental, tanto por la falta de información como los niveles de concientización basada en el comportamiento de los estudiantes.

El cambio más notable se presentó en el indicador *Conocimientos de alternativas sostenibles*, que pasó de 39.2% a 74.3%. Esto se puede deber a la mayor cantidad de información que consumen los estudiantes a diario relacionado con la temática, tal como lo señala Zyadin et al (2014), los estudiantes se sienten más informados y con una actitud positiva frente a las energías renovables, incluso a precios más altos. El hecho que haya un aumento tan significativo indica un impacto positivo por las actividades de formación del proyecto. Aunque el margen de mejora es amplio convirtiéndolo en un reto para la parte directiva, docentes y padres de familia como aportantes en la formación ecológica de los estudiantes.

En los indicadores *Comprensión conceptual básica*, al igual que el *Acciones de mitigación personal*, los incrementos fueron positivos y similares. El primero porque ya en noveno grado de básica secundaria se espera que los estudiantes cuentan con unas bases mínimas relacionadas con los impactos en el medio ambiente que generan las actividades antropogénicas, pero que se ha mejorado con las actividades de formación implementadas en este proyecto. Mientras que el segundo indica mucho de lo aprendido y llevado a la práctica a escenarios fuera de la escuela, uno de los alcances propuestos de los proyectos educativos institucionales.

Para terminar, el indicador *Implementación en el contexto educativo* en el pretest ya había mostrado un buen desempeño, pero con un 6% más en el postest. Este es un resultado alentador porque muestra que los estudiantes están abiertos a la implementación de medidas para reducir las emisiones de

carbono a la atmósfera, es decir, son conscientes que desde la institución educativa pueden aportar más en la temática.

Lopez y Martínez (2020) discuten las metodologías que se deberían de utilizar para calcular la huella de carbono en instituciones educativas. Dentro de las fases iniciales se debe considerar de unos conceptos básicos, más allá de la memorización y mecanización de palabras. De igual forma Peters, y Hertwich (2020) abordan desde un punto de vista más científico los soportes para la implementación de políticas ambientales, en las que se resalte de igual forma la comprensión conceptual. Por tanto, dentro del diseño de pruebas para evaluar el desempeño de estudiantes y docentes, se debe considerar este indicador.

Los resultados en este estudio demuestran que las estrategias educativas bien diseñadas pueden producir mejoras significativas en la comprensión de temas relacionados con la huella de carbono. Sin embargo, también revelan la necesidad de fortalecer la formación docente como elemento clave para alcanzar los objetivos nacionales de carbono neutralidad. La brecha inicial identificada en el conocimiento docente sugiere la importancia de implementar estrategias sistemáticas de capacitación y actualización profesional en temas ambientales específicos.

Tabla 8. Resultados indicadores del personal educativo

Indicador	Preguntas	Pretest	Posttest
Comprensión conceptual básica	1,2,3	66.7%	100%
Identificación de fuentes e impactos	11, 13, 14	61.1%	50%
Conocimiento de alternativas sostenibles	5,12, 15	66.7%	72.2%
Acciones de mitigación personal	4, 6, 9	83.3%	100%
Implementación en contexto educativo	7,8,10	61.1%	100%

En cuanto a los resultados obtenidos de personal educativo, a excepción del indicador *Identificación de fuentes de impactos*, todos mostraron un incremento comparando el pre y el posttest. Dicho indicador fue negativo en contraste con el resultado de los estudiantes, que, aunque bajo se mantuvo superior en la segunda prueba. Este bajo porcentaje puede indicar que el personal educativo en estudio de la institución educativa Leónidas Acuña al igual que sus estudiantes, cuentan con falencias que no les permite identificar claramente las fuentes generadoras de carbono hacia el ambiente, al igual que los efectos que estos pueden provocar a nivel ambiental, social y económico.

Por otra parte, el indicador *Conocimientos de alternativas sostenibles* aumentó ligeramente conservando un valor similar a los estudiantes. Esta similitud en la calificación de estos dos grupos puede deberse a factores culturales, en el que se unifican conceptos, paradigmas y creencias de una comunidad; es decir, los resultados pueden deberse a percepciones similares que cuentan alumnos y personal educativos sin importar los niveles de formación.

Es así, como se sugiere incluir en el desarrollo de las clases actividades didácticas apoyada por el documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), titulado *Estrategias educativas para la gestión del cambio climático en Colombia*, que describe cómo implementar estrategias centradas en la huella de carbono en las instituciones educativas. Un indicador adicional de evaluación explícito en aras de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenibles nacional e internacional.

En el resto de los indicadores evaluados los resultados fueron superlativos, demostrando el impacto de las actividades realizadas, con incrementos superiores en comprensión de la huella de carbono superiores al 38%.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con el fin de facilitar el análisis estadístico de los datos se utilizó el editor Visual Estudio Code para escribir y ejecutar código del lenguaje de programación Python, del cual se importó la librería Numpy.

Consistencia y confiabilidad de los datos

Por medio del lenguaje de programación Python y su librería Numpy se obtuvo el coeficiente Alfa.Cronbach y la correlación de Pearson, los cuales brindan información acerca de la consistencia y confiabilidad de los datos.

```
import numpy as np
from scipy import stats

# Convertir Los datos a un array numpy, reemplazando None con np.nan
data_array = np.array(data, dtype=float)
data_array[data_array == None] = np.nan

# Calcular Alfa de Cronbach
def cronbach_alpha(data):
    item_variances = np.nanvar(data, axis=0)
    total_variance = np.nanvar(np.nansum(data, axis=1))
    n_items = data.shape[1]
    return (n_items / (n_items - 1)) * (1 - np.sum(item_variances) / total_variance)

alpha = cronbach_alpha(data_array)
print(f"Coeficiente Alfa de Cronbach: {alpha:.4f}")
```

```
alpha = cronbach_alpha(data_array)
print(f"Coeficiente Alfa de Cronbach: {alpha:.4f}")

# Calcular correlaciones de Pearson
correlations = np.zeros((4, 4))
for i in range(4):
    for j in range(4):
        if i != j:
            valid = ~np.isnan(data_array[:, i]) & ~np.isnan(data_array[:, j])
            r, _ = stats.pearsonr(data_array[valid, i], data_array[valid, j])
            correlations[i, j] = r

print("\nCorrelaciones de Pearson:")
print(correlations)
```

```
# Resultados de los cálculos estadísticos

Coeficiente Alfa de Cronbach: 0.5507

Correlaciones de Pearson:
[[ 0.          -0.57075495 -0.15447192 -0.31435186]
 [-0.57075495  0.          -0.36423671 -0.43774638]
 [-0.15447192 -0.36423671  0.          -0.54321079]
 [-0.31435186 -0.43774638 -0.54321079  0.          ]]
```

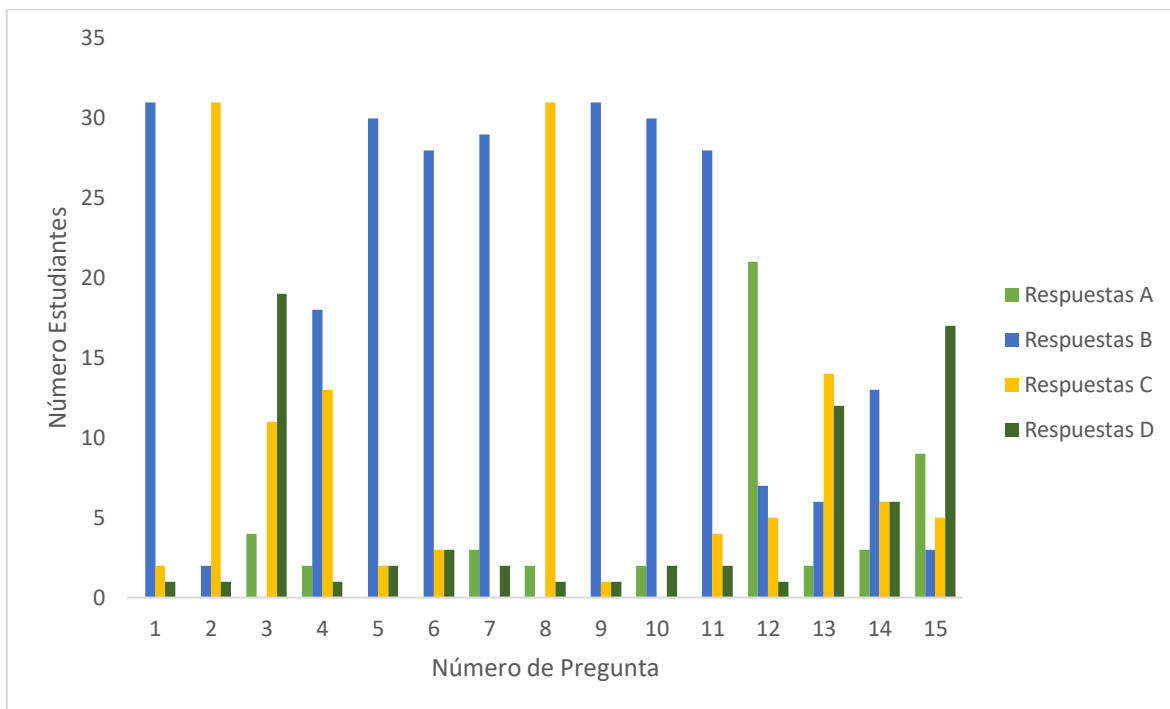
Se puede realizar la siguiente interpretación a partir de los datos obtenidos:

1. Coeficiente Alfa de Cronbach: El valor obtenido es de aproximadamente 0.5507. Este valor está en el rango de 0 a 1, donde valores más cercanos a 1 indican una mayor consistencia interna. Un valor de 0.5507 sugiere una consistencia interna moderada en el cuestionario.
2. Correlaciones de Pearson: Las correlaciones varían entre -1 y 1, donde:
 - Valores cercanos a 1 indican una fuerte correlación positiva
 - Valores cercanos a -1 indican una fuerte correlación negativa
 - Valores cercanos a 0 indican poca o ninguna correlación

Se observa que:

- Hay correlaciones negativas entre todas las opciones, lo que sugiere que cuando una opción es elegida, las otras tienden a no serlo.
- La correlación más fuerte es entre las opciones A y B (-0.57075495), seguida por C y D (-0.54321079).
- La correlación más débil es entre las opciones A y C (-0.15447192).

Estas correlaciones negativas son esperadas en un cuestionario de opción múltiple, ya que la elección de una opción generalmente excluye a las demás.



Gráfica 1. Respuestas dadas por los estudiantes (Fuente: Autores)

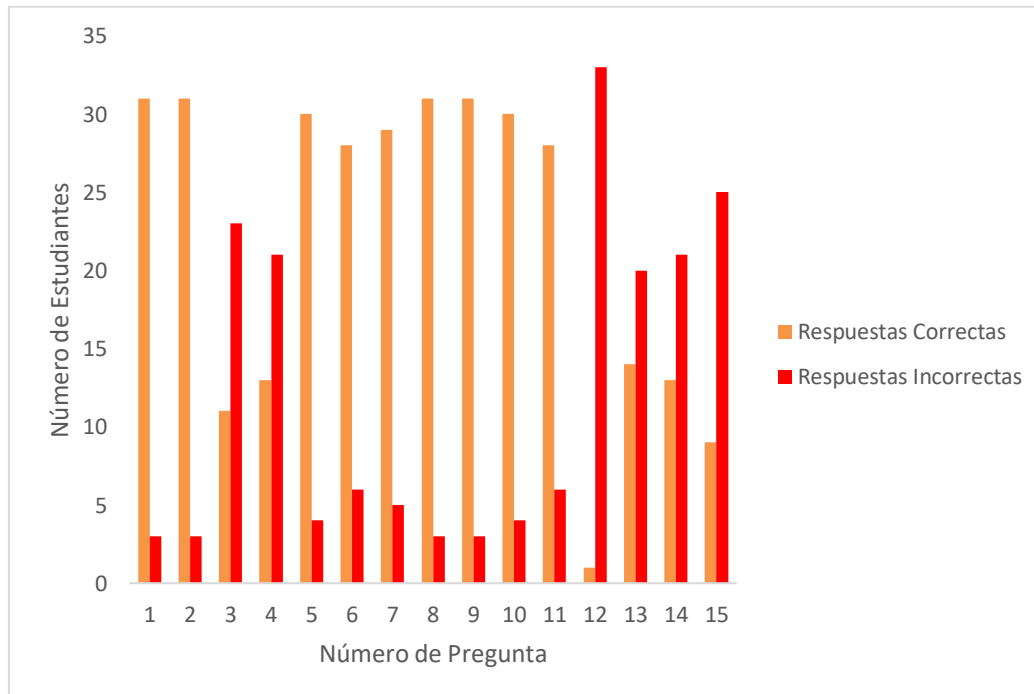


Gráfico 2. Comparación de respuestas correctas e incorrectas

Al tratarse de un cuestionario con una única respuesta, se puede calcular el número de estudiantes que contestaron la respuesta correcta para cada pregunta.

No	Preguntas	% Respuestas correctas
1	¿Qué es la huella de carbono?	91,18
2	¿Cuál de los siguientes gases es un gas de efecto invernadero?	91,18
3	¿Cómo se puede calcular la huella de carbono de una actividad?	32,35
4	¿Cuál de las siguientes acciones contribuyen más a reducir la huella de carbono?	38,24
5	¿Cuál de los siguientes transportes tiene una menor huella de carbono?	88,24
6	¿Cómo puede el uso de transporte público contribuir a la reducción de la huella de carbono?	82,35
7	¿Qué práctica puede ayudar a reducir la huella de carbono en una institución educativa?	85,29
8	¿Por qué es importante que los estudiantes participen en la reducción de la huella de carbono?	91,18
9	¿Cuál es un ejemplo de una acción que reduce la huella de carbono a nivel personal?	91,18
10	¿Cómo puede la institución educativa fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes?	88,24
11	¿Cuál de las siguientes actividades generan una mayor cantidad de gases de efecto invernadero?	82,35
12	¿Qué tipo de energía tiene una menor huella de carbono?	2,94
13	¿Cuál de los siguientes productos tiene una huella de carbono relativamente alta debido a su producción?	41,18
14	¿Qué impacto tiene el compostaje de residuos orgánicos en la huella de carbono?	38,24
15	¿Cuál es un beneficio clave del uso de energía renovable?	26,47

Aunque cada respuesta es independiente una de otra, se puede calcular el promedio y la desviación de los estudiantes y sus respuestas. En este caso:

Promedio: 64,67%

Desviación estándar: 32,07%

Estos valores indican que los estudiantes obtuvieron un desempeño muy regular, aunque más del 50% de los casos (64,67%) respondieron la respuesta correcta, es un valor muy bajo para estudiantes de secundaria, quienes ya en grados anteriores han dominado gran parte de la temática, tal como se muestra en las mallas curriculares.

La desviación es bastante alta, indicando que hay diferencias en los niveles de conocimiento relacionados con lo que respecta a la huella de carbono, la preservación del medio ambiente, el uso eficiente de energías y las fuentes renovables.

Análisis de distractores

Más allá de la información con la que cuentan los estudiantes, se debe considerar un análisis de distractores de las preguntas en función de las respuestas correctas e incorrectas dadas. Los distractores efectivos indican que la pregunta está bien diseñada, ya que todas las opciones parecen plausibles para los estudiantes que no están seguros de la respuesta correcta. Si un distractor es poco efectivo, se puede considerar revisarlo para futuras investigaciones.

Para ello se midió la efectividad de las preguntas detectadas en las que se pudo presentar dificultad para entenderlas, de acuerdo al siguiente criterio:

Muy Efectivo	> 25% de respuestas correctas
Efectivo	> 10% < 25% de respuestas correctas
Poco efectivo	< 10% de respuestas correctas

Con la ayuda de Python, se aplicó la siguiente rutina para detectar las preguntas y calcular su efectividad:

```
def analizar_distractores(respuestas, correcta):
    total = sum(respuestas)
    analisis = []
    for i, resp in enumerate(['A', 'B', 'C', 'D']):
        if respuestas[i] is not None:
            porcentaje = (respuestas[i] / total) * 100
            efectividad = "Muy efectivo" if porcentaje > 25 else \
                "Efectivo" if porcentaje > 10 else \
                "Poco efectivo"
            if respuestas[i] == correcta:
                efectividad = "Respuesta correcta"
            analisis.append(f"{resp}: {porcentaje:.2f}% - {efectividad}")
    return analisis

for i, (pregunta, respuesta, correcta) in enumerate(zip(preguntas, respuestas, res
    print(f"\nPregunta {i}: {pregunta[:50]}...")
    for analisis in analizar_distractores(respuesta, correcta):
        print(analisis)
```

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Pregunta 1: ¿Qué es la huella de carbono?

B: 91.18% - Respuesta correcta

C: 5.88% - Poco efectivo

D: 2.94% - Poco efectivo

Pregunta 3: ¿Cómo se puede calcular la huella de carbono de una actividad?

A: 11.76% - Efectivo

C: 32.35% - Respuesta correcta

D: 55.88% - Muy efectivo

Pregunta 12: ¿Qué tipo de energía tiene una menor huella de carbono?

A: 61.76% - Muy efectivo

B: 20.59% - Efectivo

C: 14.71% - Efectivo

D: 2.94% - Respuesta correcta

Pregunta 15: ¿Cuál es un beneficio clave del uso de energía renovable?

A: 26.47% - Respuesta correcta

B: 8.82% - Poco efectivo

C: 14.71% - Efectivo

D: 50.00% - Muy efectivo

Análisis de correlación

Desde un punto de vista constructivista, es importante conocer cómo los estudiantes conectan diferentes conceptos de la huella de carbono, lo cuál va a ser una medida del nivel de comprensión. En este caso, se realizó una correlación de preguntas teniendo en cuenta como parámetro las respuestas obtenidas. Para este fin se utilizó la librería Numpy de Python, tal como se muestra en la imagen a continuación:

```
import numpy as np
from scipy import stats

def correlacion_preguntas(respuestas):
    matriz_respuestas = np.array([r for r in respuestas if None not in r])
    correlaciones = np.corrcoef(matriz_respuestas.T)
    return correlaciones

correlaciones = correlacion_preguntas(respuestas)

print("Correlaciones más fuertes entre preguntas:")
for i in range(len(correlaciones)):
    for j in range(i+1, len(correlaciones)):
        if abs(correlaciones[i][j]) > 0.5: # Umbral arbitrario para correlaciones
            print(f"Preguntas {i+1} y {j+1}: {correlaciones[i][j]:.2f}")
```

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Correlaciones más fuertes entre preguntas:

Preguntas 1 y 2: 0.93

Preguntas 1 y 8: 0.93

Preguntas 1 y 9: 0.93

Preguntas 2 y 8: 1.00

Preguntas 2 y 9: 1.00

Preguntas 5 y 6: 0.85

Preguntas 5 y 10: 0.93

Preguntas 5 y 11: 0.85

Preguntas 6 y 10: 0.79

Preguntas 6 y 11: 1.00

Preguntas 8 y 9: 1.00

Preguntas 10 y 11: 0.79

CONCLUSIÓN:

La estimación de la huella de carbono institucional permitió identificar que las mayores fuentes de emisión se concentraron en las categorías de transporte, consumo eléctrico y residuos sólidos, lo cual refleja patrones comunes en contextos escolares urbanos como el de la Institución Educativa Leónidas Acuña.

La implementación de la guía técnica diseñada específicamente para este contexto contribuyó a fomentar prácticas sostenibles dentro de la institución, por medio de estrategias pedagógicas participativas que involucraron a estudiantes, docentes y personal administrativo. Esta intervención se apoyó en talleres, actividades lúdicas y el uso de herramientas tecnológicas que facilitaron la comprensión y apropiación del concepto de huella de carbono.

La evaluación de la intervención evidenció mejoras significativas en el nivel de conocimiento de los estudiantes (incremento del 19%) y de los docentes (incremento del 35%), siendo más notorias en los indicadores relacionados con alternativas sostenibles y acciones de mitigación personal. Estos resultados sugieren que la propuesta pedagógica fue efectiva y pertinente en el contexto institucional.

El compromiso de la comunidad educativa es esencial para lograr un cambio significativo en la reducción de la huella de carbono. A medida que se refuercen las estrategias pedagógicas y se promueva la concienciación ambiental, se podrá avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente para las próximas generaciones. Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que puedan ampliar el impacto de la educación ambiental en diferentes contextos académicos y comunitarios.

RECOMENDACIONES

Fomento de hábitos sostenibles en la comunidad educativa:

- ✓ Promover el uso del transporte sostenible, como bicicletas y caminatas seguras.
- ✓ Reducir el consumo de energía y agua con campañas de concienciación y acciones prácticas dentro de la escuela.
- ✓ Implementar programas de reciclaje y reducción de residuos en la institución.
- ✓ Uso de tecnología y herramientas digitales para la medición de la huella de carbono:
- ✓ Incorporar aplicaciones y plataformas digitales para el cálculo de emisiones de CO₂.

- ✓ Fomentar el uso de recursos educativos en línea sobre sostenibilidad.

- ✓ Alianzas con entidades externas: Establecer convenios con organizaciones ambientales para recibir asesoría y apoyo en la implementación de estrategias ecológicas.

- ✓ Vincular a la comunidad y autoridades locales en iniciativas de reducción de la huella de carbono.

Anexos 1 y 2

Señor
Rafael Ramón Muñoz Rector de la
Institución Educativa Leónidas Acuña

Distinguido Rector:

Nos dirigimos a usted con el propósito de solicitar su valiosa colaboración para llevar a cabo una prueba diagnóstica dirigida a los estudiantes de grado noveno Jonathan Estiben Fernández Maza y Yorena del Carmen Rodríguez García el tema propuesto para esta prueba es "Estimación de la huella de carbono en la Institución Educativa Leónidas Acuña"

La razón detrás de esta solicitud radica en la creciente preocupación por los impactos ambientales y la necesidad urgente de promover prácticas sostenibles dentro de la comunidad educativa. Consideramos que una evaluación diagnóstica sobre la huella de carbono nos permitirá no solo concienciar a nuestros estudiantes sobre la importancia del cambio climático, sino también implementar estrategias concretas para reducir nuestra huella ecológica.

Estamos seguros de que esta iniciativa contribuirá significativamente a la formación integral de los estudiantes, fomentando una mayor responsabilidad ambiental y el desarrollo de competencias en la evaluación y mitigación de impactos ecológicos.

Agradecemos de antemano su atención a esta solicitud y quedamos a su disposición para coordinar los detalles necesarios para la realización de la prueba.

Atentamente,



MARIA TRINIDAD MONTERO OÑATE
Directora de Departamento Ciencias Naturales

www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patilla

Valledupar – Cesar, Colombia

1. ¿Qué es la huella de carbono?
 - a. La cantidad de agua utilizada en el hogar.
 - b. La cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una actividad.
 - c. La cantidad de residuos sólidos generados en una institución.
 - d. La cantidad de electricidad consumida en una casa.

2. ¿Cuál de los siguientes gases es un gas de efecto invernadero?
 - a. Oxígeno.
 - b. Nitrógeno.
 - c. Dióxido de carbono (CO₂).
 - d. Helio.

3. ¿Cómo se puede calcular la huella de carbono de una actividad?
 - a. Sumando el costo de la actividad.
 - b. Calculando la cantidad de agua utilizada.
 - c. Multiplicando el consumo de recursos por factores de emisión.
 - d. Evaluando la cantidad de residuos producidos.

4. ¿Cuál de las siguientes acciones contribuye más a reducir la huella de carbono?
 - a. Usar más papel desechable.
 - b. Conducir un coche con motor de combustión.
 - c. Usar bombillas LED en lugar de incandescentes.
 - d. Aumentar el uso de electrodomésticos antiguos.

5. ¿Cuál de los siguientes transportes tiene una menor huella de carbono?
 - a. Avión.
 - b. Bicicleta.
 - c. Autobús.
 - d. Barco.

6. ¿Cómo puede el uso de transporte público reducir la huella de carbono?
 - a. Aumentando los viajes individuales.
 - b. Reduciendo vehículos personales en la carretera.
 - c. Aumentando el consumo de combustibles fósiles.
 - d. Mejorando la calidad del aire interior en vehículos.

Categoría de análisis: Impacto del transporte público en la huella de carbono.

7. ¿Qué práctica ayuda a reducir la huella de carbono en una institución educativa?
 - a. Aumentar el uso de plásticos de un solo uso.
 - b. Implementar un programa de reciclaje y compostaje.
 - c. Usar más papel desechable.
 - d. Mantener las luces encendidas todo el día.

8. ¿Por qué es importante que los estudiantes participen en la reducción de la huella de carbono?
 - a. Para ganar premios en la escuela.
 - b. Para reducir el impacto ambiental y fomentar un futuro sostenible.
 - c. Para obtener descuentos en productos.

-
- d. Para aumentar el tiempo de recreo en la escuela.
9. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una acción que reduce la huella de carbono a nivel personal?
- Comer más carne roja.
 - Usar bolsas de plástico desechables.
 - Reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar.
 - Aumentar el uso de productos desechables.
10. ¿Cómo puede tu institución educativa fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes?
- Organizando competencias para usar más electricidad.
 - Realizando talleres sobre sostenibilidad y huella de carbono.
 - Incrementando el uso de papel no reciclado.
 - Promoviendo el uso de vehículos personales.
11. ¿Cuál de las siguientes actividades genera más gases de efecto invernadero?
- Reciclaje de papel.
 - Uso de una estufa de gas para cocinar.
 - Plantar un árbol.
 - Usar una botella de agua reutilizable.
12. ¿Qué tipo de energía tiene una menor huella de carbono?
- Energía solar.
 - Energía a partir de carbón.
 - Energía de petróleo.
 - Energía nuclear.
13. ¿Cuál de los siguientes productos tiene una huella de carbono relativamente alta debido a su producción?
- Frutas y verduras locales.
 - Carnes rojas y productos lácteos.
 - Productos enlatados.
 - Pan y cereales integrales.
14. ¿Qué impacto tiene el compostaje de residuos orgánicos en la huella de carbono?
- Aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero.
 - Reduce las emisiones de metano y otros gases de efecto invernadero.
 - No tiene impacto en la huella de carbono.
 - Aumenta la cantidad de residuos en los vertederos.
15. ¿Cuál es un beneficio clave del uso de energía renovable?
- Reduce las emisiones de carbono.
 - Aumenta la contaminación.
 - Incrementa la huella de carbono.
 - Disminuye la eficiencia energética.

Postest

1. La huella de carbono se refiere a la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una actividad.

- a) Verdadero
- b) Falso

2. El dióxido de carbono (CO₂) es un gas de efecto invernadero.

- a) Verdadero
- b) Falso

3. La huella de carbono de una actividad se calcula multiplicando el consumo de recursos por factores de emisión.

- a) Verdadero
- b) Falso

4. Usar bombillas LED en lugar de incandescentes ayuda a reducir la huella de carbono.

- a) Verdadero
- b) Falso

5. La bicicleta tiene una menor huella de carbono que el avión.

- a) Verdadero
- b) Falso

6. El uso de transporte público puede reducir la huella de carbono al disminuir la cantidad de vehículos personales en la carretera.

- a) Verdadero
- b) Falso

7. Implementar un programa de reciclaje y compostaje ayuda a reducir la huella de carbono en una institución educativa.

- a) Verdadero
- b) Falso

8. Es importante que los estudiantes participen en la reducción de la huella de carbono para fomentar un futuro sostenible.

- a) Verdadero
- b) Falso

9. Reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar es una acción que ayuda a disminuir la huella de carbono a nivel personal.

- a) Verdadero
- b) Falso

10. Realizar talleres sobre sostenibilidad y huella de carbono puede fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes.

- a) Verdadero
- b) Falso

Parte 2: Selección Múltiple

11. Usar una estufa de gas para cocinar genera más gases de efecto invernadero que:

- a) Reciclar papel
- b) Usar una parrilla eléctrica
- c) Cocinar al vapor
- d) Cocinar en microondas

12. La energía solar tiene una menor huella de carbono en comparación con:

- a) Energía eólica
- b) Energía nuclear
- c) Energía a partir de carbón
- d) Energía hidroeléctrica

13. Las carnes rojas y los productos lácteos tienen una huella de carbono relativamente alta debido a:

- a) Su producción
- b) Su transporte
- c) Su consumo
- d) Su envasado

14. El compostaje de residuos orgánicos reduce las emisiones de:

- a) Dióxido de carbono
- b) Metano
- c) Óxido nitroso
- d) Ozono

15. El uso de energía renovable reduce las emisiones de:

- a) Gases tóxicos
- b) Carbono
- c) Metano
- d) Todos los anteriores

BIBLIOGRAFÍA

- Rodríguez Rojas, E., & Mo (2021). Diseño de guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas, a partir de su implementación en el colegio Buckingham. Cruz, J. J. Tomado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1937/
- Sampieri, R. H. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México. Tomado de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64591365/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n._Rutas_cuantitativa_cualitativa_y_mixta-libre.pdf?1601784484=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=1716586314&Signature=P~9hqOi3sVvsC3oSlT64uRxU~zX0An22aivlc7GNXJ9qEPZ9A6bn6ZmHwnI3noL0Ogi3JQ5hKWfn6mFkZPdxT6bNhbbcPMaT8cH9i65gF0ddp-somzXU7Moz~wFg-0Zyocs7qUoi0infgd7fY0Eu01EHALh440gPs9NSjuu95ZxQvf~Is~HfrwjE9tvw3ZHF4zZVdR Bie0Dmr-JniBuyHmCvJW64GGiL2DrAjyviNNhUm1sA-RVZBJXIs3k6acCT0ut7qYx28BYB~d2hG1YdhgKHZgqHZHjRD6XhLNNEyoZ9zLoqrdfou~-Ogvg7pZOy2FN9ZAPito~HN8oABOzQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. Información tecnológica, 23(1), 163-176 .Tomado de: <https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000100017>
- Africano Gómez, D. M., & Angarita Gómez, E. M. (2022). Impacto de la huella de carbono generada a causa del consumismo de los estudiantes del grado noveno de los colegios gimnasio académico regional y liceo latinoamericano de Bogotá. Tomado de : <https://repository.libertadores.edu.co/items/86ffa955-6653-4b43-a36e-1e53933e5328>
- Torres Ramos, L. K., Carbo Bustinza, N., & López Gonzales, J. L. (2017). Huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes y personal del nivel secundario sobre emisiones de gases de efecto invernadero. Apuntes Universitarios: Revista de Investigación, 7(2). Tomado de: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aqcd%3A15%3A2166735/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aqcd%3A125516090&crl=c>

- Salas, G., & Condorhuaman, C. (2014). Huella de carbono en la industria textil. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 12(2), 25-28. Tomado de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4314>
- Torres Ramos, L. K. (2016). Determinación de la relación entre la huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes del nivel secundario y el personal del Colegio “Mi Jesús”, mediante cuestionarios sobre emisiones de gases de efecto invernadero. Tomado de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5991>
- Vidal, M. (2011). Huella de carbono, la primera medida. Publicado para la Fundación ECODES (Ecología y Desarrollo). 65pp. Tomado de: https://ecodes.org/documentos/Ecodes_HC_Ser%20Responsable.pdf
- Schneider, H., & Samaniego, J. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 29-34. Tomado de: https://www.ingenieros.es/files/proyectos/Huella_carbono_prod_dist_consumo.pdf
- Natividad Arvildo, P. D. P. (2021). Estimación de la huella de carbono de la unidad de gestión educativa local–Leoncio Prado, periodo 2015-2019. Tomado de: <https://repositorio.unas.edu.pe/items/841c0bc1-1003-42f7-a4c4-b6d00429f47a>

Matamba y Cuero (2020). *Diseño De Una Secuencia Didáctica Para La Enseñanza Del Ciclo Del Carbono Que Integre Conocimientos De Química, Física, Biología Y Educación Ambiental A Traves De Un Enfoque Interdisciplinar*. Proyecto de grado Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental. Universidad del Valle. Recuperado noviembre 11 de 2024 en

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/ba869209-abee-49d9-bf2e-17b733458e1e/content>

Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, 21(2), 149-170.

Ramos, L. K. T., Bustinza, N. C., & Gonzales, J. L. L. (2017). Huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes y personal del nivel secundario sobre emisiones de gases de efecto invernadero. *Apuntes Universitarios*, 7(2), 54-63.

Cambio Climático, 12(1), 45-58.

Cerna Castillo, S. M. (2019). Relación de la educación ambiental con niveles de huella de carbono en estudiantes. Universidad Nacional del Santa.

López, J. A., & Martínez, M. (2020). La huella de carbono: Conceptos y metodologías para su cálculo. *Revista de Educación Ambiental*, 12(1), 45-58.

UNESCO. (2021). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives.

Müller, L. J., Kästelhön, A., Bringezu, S., McCoy, S., Suh, S., Edwards, R., ... & Bardow, A. (2020). The carbon footprint of the carbon feedstock CO₂. *Energy & Environmental Science*, 13(9), 2979-2992.

Erazo Guzmán, S. A. (2018). Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de mitigación.

Zyadin, Anas & Puhakka, Antero & Ahponen, Pirkkoliisa & Cronberg, Tarja & Pelkonen, Paavo. (2014). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*. 45. 78–85. 10.1016/j.renene.2012.02.002.

Peters, G. P., & Hertwich, E. G. (2020). The importance of carbon footprint in climate change policy. *Environmental Science & Policy*, 112, 1-7.

Benavides, F., & León, J. (2021). Análisis de las fuentes de emisiones de CO₂ en instituciones educativas. *Educación y Cambio Climático*, 8(2), 67-80.

Carbon Trust. (2019). Measuring and managing your carbon footprint.

Gamarra, A. R., Lago, C., Herrera-Orozco, I., Lechón, Y., Almeida, S. M., Lage, J., & Silva, F. (2021). Low-Carbon Economy in Schools: Environmental Footprint and Associated Externalities of Five Schools in Southwestern Europe. *Energies*, 14(19), 6238. <https://doi.org/10.3390/en14196238>

Naturaliza Educación. (2021). Alternativas sostenibles para reducir la huella ecológica en escuelas. Recuperado de Naturaliza Educación.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives.

Silvente Ortega, Á. (2020). Calcula y reduce la huella de carbono de tu centro educativo. Teachers for Future España. Este artículo detalla acciones prácticas que los centros educativos pueden tomar para mitigar su huella de carbono.

World Wildlife Fund (WWF). (2022). Personal Carbon Footprint Calculator. Este recurso ofrece herramientas para que los individuos calculen y reduzcan su huella de carbono personal.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Estrategias educativas para la gestión del cambio climático en Colombia. Este documento describe cómo implementar estrategias educativas centradas en la huella de carbono dentro del sistema educativo colombiano.

National Geographic Society. (2020). Teaching Climate Change in the Classroom: Strategies and Resources for Educators. Este recurso proporciona estrategias para integrar el estudio del cambio climático y la huella de carbono en el currículo escolar.

Council, A. (2021). Schools' Carbon Footprint Pilot Project.

Morán, A. E. V., & Vaca, D. M. H. (2021). Cálculo De Huella De Carbono De Los Estudiantes De Tercero De Bachillerato Del Colegio Pio Xii: Calculation Of Carbon Footprint Of Third High School Students Of Colegio Pio Xii. *Tse'De*, 4(3).

Ávila Ruíz, L. J. (2022). Huella ecológica del Colegio IED Nueva Esperanza–proyecto curricular transversal (matemáticas-biología) grado séptimo.

López, N., & Blanco, D. (2007). Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades. Santiago de Compostela: CONAMA

Rodríguez, L. E. G., & Guzman, L. G. G. (2022). Uso de la tecnología convencional para la reducción de agua de consumo y gases de efecto invernadero a través de la recirculación del agua residual no doméstica: Piloto Industrial en Colombia. *Economía Circular. Fuentes: El reventón energético*, 20(2), 75-90.

Rodríguez Rojas, E., & Mora Cruz, J. J. (2021). Diseño de guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas, a partir de su implementación en el colegio Buckingham.

Rodríguez, J. P., Ruiz-Ochoa, M. A., & Meneses, A. (2020). Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia. *Espacios*, 41(47), 74-84.

Anexos

anexo 1. Pretest

1. ¿Qué es la huella de carbono?

- a. La cantidad de agua utilizada en el hogar.
- b. La cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una actividad.
- c. La cantidad de residuos sólidos generados en una institución.
- d. La cantidad de electricidad consumida en una casa.

2. ¿Cuál de los siguientes gases es un gas de efecto invernadero?

- a. Oxígeno.
- b. Nitrógeno.
- c. Dióxido de carbono (CO₂).

d. Helio.

3. ¿Cómo se puede calcular la huella de carbono de una actividad?

- a. Sumando el costo de la actividad.
- b. Calculando la cantidad de agua utilizada.
- c. Multiplicando el consumo de recursos por factores de emisión.
- d. Evaluando la cantidad de residuos producidos.

4. ¿Cuál de las siguientes acciones contribuye más a reducir la huella de carbono?

- a. Usar más papel desechable.
- b. Conducir un coche con motor de combustión.
- c. Usar bombillas LED en lugar de incandescentes.
- d. Aumentar el uso de electrodomésticos antiguos.

5. ¿Cuál de los siguientes transportes tiene una menor huella de carbono?

- a. Avión.
- b. Bicicleta.
- c. Autobús.
- d. Barco.

6. ¿Cómo puede el uso de transporte público reducir la huella de carbono?

- a. Aumentando los viajes individuales.
- b. Reduciendo vehículos personales en la carretera.
- c. Aumentando el consumo de combustibles fósiles.
- d. Mejorando la calidad del aire interior en vehículos.

Categoría de análisis: Impacto del transporte público en la huella de carbono.

7. ¿Qué práctica ayuda a reducir la huella de carbono en una institución educativa?

- a. Aumentar el uso de plásticos de un solo uso.
- b. Implementar un programa de reciclaje y compostaje.
- c. Usar más papel desechable.
- d. Mantener las luces encendidas todo el día.

8. ¿Por qué es importante que los estudiantes participen en la reducción de la huella de carbono?

- a. Para ganar premios en la escuela.
- b. Para reducir el impacto ambiental y fomentar un futuro sostenible.
- c. Para obtener descuentos en productos.
- d. Para aumentar el tiempo de recreo en la escuela.

9. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una acción que reduce la huella de carbono a nivel personal?

- a. Comer más carne roja.
- b. Usar bolsas de plástico desechables.
- c. Reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar.
- d. Aumentar el uso de productos desechables.

10. ¿Cómo puede tu institución educativa fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes?

- a. Organizando competencias para usar más electricidad.
- b. Realizando talleres sobre sostenibilidad y huella de carbono.
- c. Incrementando el uso de papel no reciclado.
- d. Promoviendo el uso de vehículos personales.

11. ¿Cuál de las siguientes actividades genera más gases de efecto invernadero?

- a. Reciclaje de papel.
- b. Uso de una estufa de gas para cocinar.
- c. Plantar un árbol.
- d. Usar una botella de agua reutilizable.

12. ¿Qué tipo de energía tiene una menor huella de carbono?

- a. Energía solar.
- b. Energía a partir de carbón.
- c. Energía de petróleo.
- d. Energía nuclear.

13. ¿Cuál de los siguientes productos tiene una huella de carbono relativamente alta debido a su producción?

- a. Frutas y verduras locales.
- b. Carnes rojas y productos lácteos.
- c. Productos enlatados.
- d. Pan y cereales integrales.

14. ¿Qué impacto tiene el compostaje de residuos orgánicos en la huella de carbono?

- a. Aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero.
- b. Reduce las emisiones de metano y otros gases de efecto invernadero.
- c. No tiene impacto en la huella de carbono.
- d. Aumenta la cantidad de residuos en los vertederos.

15. ¿Cuál es un beneficio clave del uso de energía renovable?

- a. Reduce las emisiones de carbono.
- b. Aumenta la contaminación.
- c. Incrementa la huella de carbono.
- d. Disminuye la eficiencia energética.

anexo 2. Postest

1. La huella de carbono se refiere a la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una actividad.

- a) Verdadero
- b) Falso

2. El dióxido de carbono (CO₂) es un gas de efecto invernadero.

- a) Verdadero
- b) Falso

3. La huella de carbono de una actividad se calcula multiplicando el consumo de recursos por factores de emisión.

- a) Verdadero
- b) Falso

4. Usar bombillas LED en lugar de incandescentes ayuda a reducir la huella de carbono.

- a) Verdadero
- b) Falso

5. La bicicleta tiene una menor huella de carbono que el avión.

a) Verdadero

b) Falso

6. El uso de transporte público puede reducir la huella de carbono al disminuir la cantidad de vehículos personales en la carretera.

a) Verdadero

b) Falso

7. Implementar un programa de reciclaje y compostaje ayuda a reducir la huella de carbono en una institución educativa.

a) Verdadero

b) Falso

8. Es importante que los estudiantes participen en la reducción de la huella de carbono para fomentar un futuro sostenible.

a) Verdadero

b) Falso

9. Reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar es una acción que ayuda a disminuir la huella de carbono a nivel personal.

- a) Verdadero
- b) Falso

10. Realizar talleres sobre sostenibilidad y huella de carbono puede fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes.

- a) Verdadero
- b) Falso

Parte 2: Selección Múltiple

11. Usar una estufa de gas para cocinar genera más gases de efecto invernadero que:

- a) Reciclar papel
- b) Usar una parrilla eléctrica
- c) Cocinar al vapor
- d) Cocinar en microondas

12. La energía solar tiene una menor huella de carbono en comparación con:

- a) Energía eólica
- b) Energía nuclear
- c) Energía a partir de carbón
- d) Energía hidroeléctrica

13. Las carnes rojas y los productos lácteos tienen una huella de carbono relativamente alta debido a:

- a) Su producción
- b) Su transporte

c) Su consumo

d) Su envasado

14. El compostaje de residuos orgánicos reduce las emisiones de:

a) Dióxido de carbono

b) Metano

c) Óxido nitroso

d) Ozono

15. El uso de energía renovable reduce las emisiones de:

a) Gases tóxicos

b) Carbono

c) Metano

d) Todos los anteriores

