

Física y Educación Ambiental; encuentros posibles para la transición energética

Physics and Environmental Education; Possible Encounters for Energy Transition

Santiago Loza Pedrozo¹, Caroll Andrea Torres², Daniel Alejandro Valderrama³

¹<https://orcid.org/0009-0001-3037-8026>, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, santiago.loza@uptc.edu.co

²<https://orcid.org/0009-0006-7472-3983>, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, caroll.torres@uptc.edu.co

³<https://orcid.org/0000-0002-3360-3890>, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, daniel.valderrama@uptc.edu.co

Fecha de recepción: 30/03/2024

Fecha de aceptación del artículo: 30/072024



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObrasDerivada 4.0 internacional.

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.11553>

Cómo citar: Loza Pedrozo, S. ., Torres Far ´fán, C. A. ., & Valderrama, D. A. (2024). Física y Educación Ambiental; encuentros posibles para la transición energética. *Avances Investigación En Ingeniería*, 21(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.11553>

Resumen

Este estudio examina la relación entre la enseñanza de la física y la energía renovable dentro de la literatura académica actual, utilizando una revisión sistemática para analizar textos desde 1998 hasta 2023. Un énfasis pronunciado en las energías renovables refleja un enfoque de investigación integrador, mientras que la 'Física Ambiental' destaca como la principal disciplina, subrayando la implicación de la academia con desafíos como el cambio climático. La presencia sustancial de 'energía solar' corresponde a avances en la tecnología fotovoltaica y su aplicabilidad global. Los enfoques socioconstructivistas dominantes en la pedagogía fomentan un aprendizaje profundo y reflexivo. La inclusión de TIC y ABP indica un cambio hacia técnicas educativas interactivas. El estudio subraya el papel de la interdisciplinariedad en la formación de profesionales preparados para impulsar un futuro energético sostenible.

Palabras clave: Energías renovables, Enseñanza de la física, Física ambiental, Revisión sistemática, Sostenibilidad energética.

Abstract

This study scrutinizes the interplay between physics education and renewable energy within the current academic literature, adopting a systematic review to analyze texts spanning from 1998 to 2023. A pronounced emphasis on renewable energies reflects an integrative research focus, while 'Environmental Physics' stands out as the primary discipline, highlighting academia's engagement with challenges like climate change. The substantial presence of 'Solar Energy' corresponds to advances in photovoltaic technology and its global applicability. Dominant socio-constructivist approaches in pedagogy foster in-depth, reflective learning. The inclusion of ICT and PBL points to a shift towards interactive educational techniques. The study underscores interdisciplinarity's role in cultivating professionals ready to drive sustainable energy futures.

Keywords: Renewable energies, Physics education, Environmental physics, Systematic review, Energy sustainability.

1. Introducción

El interés global en las energías renovables se ha intensificado en respuesta a la creciente necesidad de soluciones energéticas sostenibles frente a la dependencia excesiva de combustibles fósiles, lo cual conlleva a repercusiones ambientales adversas que amenazan nuestros ecosistemas [1]. Esta atención se ve catalizada por avances tecnológicos significativos en la captura eficiente de energías renovables y un creciente reconocimiento de la necesidad de sustentabilidad y las consecuencias ambientales derivadas del uso de fuentes energéticas convencionales.

La generación de energía limpia y sostenible a partir de fuentes no contaminantes se ha convertido, por ende, en un imperativo [2]. Frente a estos desafíos contemporáneos, se han adoptado estrategias energéticas alternativas en diversas partes del mundo, marcando un tránsito hacia fuentes renovables y la adaptación frente al cambio climático.

En este contexto, la educación ambiental emerge como un campo crítico para la promoción de cambios significativos, no solo en el ámbito de la adaptación y mitigación sino también en la generación de una conciencia ética social y ambiental. El desafío radica en trascender el enfoque reactivo que tradicionalmente ha caracterizado a la educación ambiental, para fomentar una comprensión más profunda y proactiva del rol humano en la preservación del ambiente [3], [4].

En este sentido, se busca que la educación ambiental, proporcione herramientas de reflexión y acción, para la toma de decisiones fundamentadas, para esto se hace necesaria la integración del diálogo de saberes como un pilar fundamental en la articulación del conocimiento científico con la educación ambiental y los procesos de transición energética [5], [6].

Desde esta perspectiva se valora la interacción entre el conocimiento disciplinar, característico de la física y el conocimiento procedimental, esencial en la práctica educativa y en la implementación de soluciones energéticas sostenibles. La física, con su rigor metodológico y su capacidad para explicar fenómenos naturales, ofrece un marco teórico indispensable para comprender las bases y los principios de las energías renovables [7]. Este conocimiento disciplinar, cuando se dialoga y se integra con prácticas educativas que priorizan procesos participativos y contextuales, potencia la capacidad de los educandos para analizar, evaluar e intervenir en su realidad ambiental de manera crítica y fundada.

La transición hacia energías renovables no solo implica cambios tecnológicos o infraestructurales, sino también una transformación en la percepción, el conocimiento y la actitud de la sociedad respecto al ambiente y su sustentabilidad. En este sentido, el conocimiento procedimental en física —que incluye la experimentación, la observación y el análisis crítico— se convierte en una herramienta esencial para que estudiantes y comunidad en general puedan entender de manera práctica cómo funcionan las tecnologías renovables y cuál es su impacto en el entorno. Esta comprensión profunda facilita la creación de una conciencia ambiental robusta y una ciudadanía activa y comprometida con la transición energética.

Asimismo, el diálogo de saberes promueve una interacción enriquecedora entre el conocimiento científico y las percepciones culturales o tradicionales sobre el medio ambiente, permitiendo un enfoque más holístico y empático hacia la educación ambiental. Esta convergencia fomenta la creación de estrategias educativas y de transición energética que son culturalmente pertinentes, socialmente aceptadas y tecnológicamente viables, asegurando así una mayor efectividad y sostenibilidad en los esfuerzos por mitigar los efectos del

cambio climático y promover un desarrollo más sustentable.

A partir de lo anterior, se hace necesario reconocer las relaciones y articulaciones presentes en la enseñanza de las energías renovables, los conceptos científicos de la física y la educación ambiental, perspectiva desde la cual se fundamenta este estudio que indaga por las realidades educativas que desencadenan los procesos de interdisciplinariedad entre estos tres campos del saber y el hacer.

2. Metodología

Para lograr una comprensión holística sobre la integración de la enseñanza de la física y las energías renovables, se realizó un metódico análisis de la literatura existente, validada por reconocidas instituciones de investigación y educativas a nivel global. Este análisis se centró en la revisión de una amplia gama de fuentes, incluyendo artículos, capítulos de libros, libros completos y memorias de eventos científicos.

El fundamento de este proceso radica en la metodología de la revisión sistemática, orientada hacia la agregación exhaustiva de datos provenientes del corpus científico relevante a la temática de interés, tal como lo establece Meca [8]. Se emprendió un detallado análisis descriptivo de la información recopilada, el cual busca compilar y sintetizar datos que faciliten la descripción y el entendimiento profundo del tema bajo estudio [9]. Para tal fin, se consultaron bases de datos académicas preeminentes como Google Scholar, Scopus y ScienceDirect, empleando términos clave tales como “Enseñanza de la física”, “Energías renovables” y “Energías renovables y física” durante el periodo de 1998 a 2023, seleccionando trabajos en español, inglés y portugués.

Con base en estos parámetros, se definieron criterios de inclusión y exclusión claros para la selección de estudios relevantes:

Criterios de Inclusión

Los estudios fueron incorporados al análisis si cumplían con todos los criterios de inclusión siguientes:

- Trabajos respaldados por instituciones de investigación o educación de reconocimiento mundial.
- Publicaciones que incluyen en su título o resumen las palabras clave “Energías renovables” y “Educación”, o conceptos vinculados como “Física y educación ambiental”.
- Documentos publicados en el rango temporal de 1998 a 2023.

Criterios de exclusión

Fueron descartados aquellos trabajos que no cumplían con los criterios mencionados anteriormente, o que, cumpliéndolos, no abordaran aspectos didácticos específicos sobre la enseñanza de las energías renovables, limitándose a definiciones sin profundizar en su aplicación pedagógica.

Definición de categorías

La información seleccionada se organizó en categorías emergentes de las temáticas prevalentes en la literatura identificada. Para este propósito, se definieron indicadores como el año de publicación, idioma, afiliación institucional de los autores, nombre de la revista, tipo de documento, temática general, objetivos, metodología empleada y conclusiones principales. Con base en estos datos, se clasificaron los estudios de acuerdo con los temas tratados.

Esta clasificación facilitó la identificación de cinco categorías primordiales: argumentación, pensamiento crítico, formación docente, interdisciplinariedad y comprensión de conceptos científicos. Este enfoque permitió discernir los puntos de convergencia entre los distintos documentos revisados y seleccionados, lo que, a su vez, posibilitó la definición de las categorías presentadas en este análisis bibliográfico, el resumen de las categorías se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías de análisis de la revisión realizada.

Categoría	Descripción
Nivel de formación	Se lograron encontrar 50 trabajos que se enfocaron en aplicar la estrategia didáctica en un nivel de formación profesional, lo que favoreció el planteamiento de una categoría encauzada a determinar la población educativa a la que se enfocaba dicho método determinado por la población descrita en el documento igualmente se hallaron subcategorías como educación no formal, educación secundaria y superior, primaria y secundaria y secundaria
Enfoque pedagógico	Se pudieron encontrar 41 documentos que usaron un método didáctico socio-constructivista, con lo que se hace necesario plantear una categoría que defina las estrategias didácticas usadas en cada documento, definidas por las teorías pedagógicas mencionadas o las características encontradas en el proceso descrito, donde se observaron subcategorías como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje mediado por TICS, aprendizaje activo, CTS, STEAM, TICS y tradicionalista, además de definir una categoría donde no se observará denominada no es evidente.
Temas físicos	Se lograron encontrar 63 trabajos que buscaron tratar en su eje temático tópicos relacionados con la física ambiental esto se veía determinado por la naturaleza de los temas que se trataban en los análisis de resultados, igualmente pudimos encontrar otras subcategorías como electrostática, física aplicada, física clásica, física experimental, física mecánica, física moderna, física nuclear, física teórica y termodinámica.
Tipos de energía	Finalmente se lograron encontrar 52 trabajos que usaban las energías renovables en general como apoyo didáctico es así que se hizo necesario determinar la energía específica determinadas por el nombramiento puntual de estas en los resultados donde pudimos determinar subcategorías como bioenergía, biogás, energía eólica y solar, además de energía solar en solitario.

El análisis de datos para este estudio se llevó a cabo mediante Python, aprovechando su capacidad para procesar y visualizar grandes conjuntos de datos desde un archivo de Excel. A través de herramientas especializadas como Pandas y Matplotlib, se efectuó un análisis detallado que implicó la limpieza, organización y exploración de los datos, culminando en la generación de gráficos que revelaron patrones y tendencias significativas.

Esta metodología permitió una comprensión profunda de la evolución temporal y temática en la investigación sobre la enseñanza de la física y las energías renovables, destacando la contribución indispensable de técnicas avanzadas de análisis de datos en la profundización del conocimiento en campos educativos específicos.

3. Resultados y análisis

A través de la implementación de criterios de inclusión y exclusión específicos, se

ha logrado identificar un conjunto significativo de documentos centrados en la enseñanza de la física mediante el uso de energías renovables. Este análisis ha permitido detectar publicaciones distribuidas en Google Académico, Scopus y ScienceDirect, predominando en artículos y memorias de eventos, con una notable presencia en repositorios institucionales.

La indagación reveló un total de 91 trabajos relevantes al tema, abarcando una variedad de formatos que incluyen artículos en revistas de alcance nacional e internacional y memorias de conferencias, evidenciando así la diversidad y el alcance global de la investigación en este ámbito.

La exploración de bases de datos y repositorios ha subrayado la interdisciplinariedad y la relevancia educativa de las energías renovables en la didáctica de la física [10], reflejada en la amplitud de enfoques didácticos y niveles educativos abordados, desde la educación formal hasta contextos no formales.

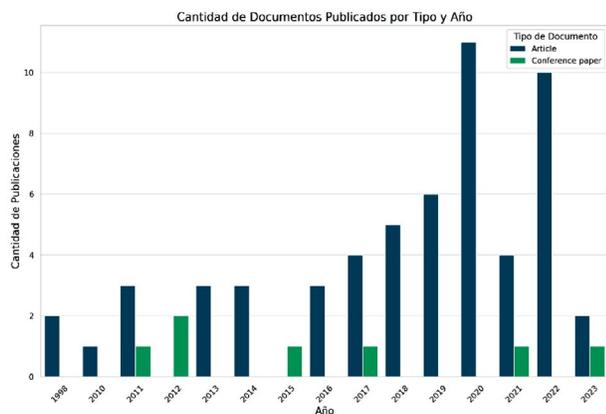


Figura 1. Distribución de los productos por año de publicación

La figura 1 ilustra la tendencia en la producción académica relacionada con la enseñanza de la física y las energías renovables, reflejando un incremento significativo en la cantidad de documentos publicados entre los años 2019 y 2022.

Este ascenso, que muestra un comportamiento exponencial especialmente en la producción de artículos científicos, coincide con un período de intensificación global en la concienciación y acción contra el cambio climático[3], [11], [12].

Este patrón de publicación puede estar correlacionado con hitos internacionales, como el Acuerdo de París de 2015, que marcó un compromiso global hacia la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de energías renovables en sustitución de los combustibles fósiles [13].

En el contexto colombiano, esta tendencia se ve potencialmente influenciada por políticas como los incentivos tributarios para empresas que invierten en energías alternativas, lo que indica un alineamiento entre la investigación académica y las políticas públicas dirigidas a fomentar un desarrollo sostenible [14].

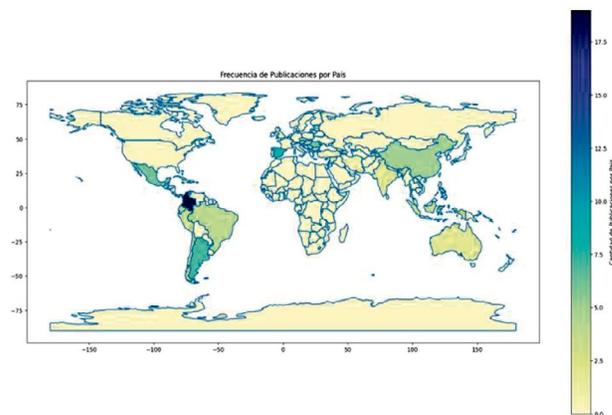


Figura 2. Mapa mundial de la distribución por países de los productos encontrados sobre energías renovables como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

La figura 2 muestra la frecuencia de publicaciones por país en el campo de la enseñanza de la física contextualizada en las energías renovables. La escala de color a la derecha indica la cantidad de publicaciones, donde los tonos más claros representan una menor frecuencia y los tonos más oscuros una mayor frecuencia

Los países de América del Norte, particularmente los Estados Unidos, y algunas naciones de América del Sur, como Colombia y Brasil, exhiben un tono más oscuro, lo que sugiere un mayor número de publicaciones[15], [16], [17], [18]. Europa también muestra varios países con una frecuencia moderada a alta, indicativa de una producción académica significativa en este campo. En contraste, África, Asia Central y varias partes de Asia muestran tonos más claros, lo que indica una frecuencia más baja de publicaciones.

Esta distribución podría reflejar varios factores, como el nivel de inversión en investigación y desarrollo, la priorización de las energías renovables en las políticas nacionales, así como la capacidad y la infraestructura para la investigación científica [19], [20], [21].

Además, la distribución geográfica podría estar influenciada por la disponibilidad de recursos energéticos renovables y el interés o necesidad de su desarrollo en esas regiones. Por ejemplo, los países con una mayor frecuencia de publicaciones podrían estar más activos en la transición a energías renovables o podrían tener comunidades académicas más grandes y mejor financiadas dedicadas a estudios ambientales y de sostenibilidad.

Este panorama internacional refleja la amplitud del interés en la temática, en consonancia con las directrices propuestas por la Organización de las Naciones Unidas, que destacan que el 75% de los gases de efecto invernadero provienen de la quema de combustibles fósiles y subrayan la importancia del hecho de que aproximadamente el 29% de la energía eléctrica mundial proviene ya de fuentes renovables. Las cinco razones propuestas por la ONU [22], [23] para el uso de energías alternativas incluyen la omnipresencia de estas fuentes, el bajo coste económico que representan, su benignidad ambiental, la creación de empleo que conllevan y, finalmente, su rentabilidad económica. Estos hallazgos subrayan la relevancia de la expansión global de las energías renovables y su papel crítico en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles [24], [25], [26].

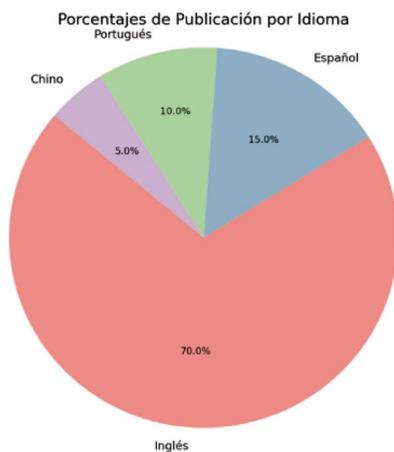


Figura 3. Idiomas en los que se encontraban publicadas las obras sobre energías renovables como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

En la figura 3, se constató la predominancia del inglés como el idioma principal en la publicación de los artículos analizados, con un total de 63 trabajos escritos en dicho idioma. En orden decreciente, se registraron 14 artículos en español, seguidos por 9 en portugués y, por último, se identificaron 5 artículos en mandarín. Esta distribución lingüística corrobora estudios que examinan la percepción de docentes de distintos niveles educativos acerca de la integración de la educación ambiental y las energías renovables en la enseñanza de idiomas, enfatizando en el desarrollo de un pensamiento crítico y estratégico para la toma de decisiones en pro de la sostenibilidad ambiental [27], [28], [29].

Análisis por categorías

Tras un meticuloso examen y clasificación de productos académicos en las categorías previamente definidas, visibles en la tabla 1, se ha procedido al análisis cuantitativo y temático de las tendencias de investigación. Las subsiguientes figuras sintetizan la información obtenida, poniendo de relieve la orientación de la investigación hacia las energías renovables y la formación de individuos con una conciencia ambiental aguda y una capacidad decisoria sólida frente a los retos ambientales futuros.

La figura 4 destaca el énfasis en la formación profesional, con 50 trabajos que abordan esta temática, lo que demuestra un interés académico en vincular la educación superior con las energías renovables y la sostenibilidad ambiental. Con respecto a las metodologías de enseñanza, la teoría socio-constructivista se manifiesta como el enfoque predominante, con 41 trabajos que la implementan, señalando la importancia del aprendizaje basado en la construcción de conocimientos a través de la interacción social y la experiencia directa [30].

En lo que respecta a los temas físicos investigados, la física ambiental se posiciona como el área más explorada, con 63

trabajos centrados en esta disciplina, indicativo de un esfuerzo por comprender y aplicar principios físicos en el contexto de la sostenibilidad y la gestión ambiental. La última gráfica muestra la variabilidad de las energías renovables estudiadas, donde una visión general de las energías renovables domina con 53 trabajos, reflejando una perspectiva amplia y multidisciplinar en el estudio de estas fuentes energéticas.

Este análisis destaca no solo la relevancia de la educación en energías renovables dentro del espectro académico, sino también la importancia de su integración en los currículos como un medio para fomentar la reflexión pedagógica y el pensamiento crítico [31], [32], [33], [34]. De esta forma, se evidencia un enfoque en la educación que trasciende lo técnico para abarcar dimensiones éticas y sociales, fundamentales para la formación de profesionales y ciudadanos comprometidos con el futuro sostenible del planeta [35], [36], [37].

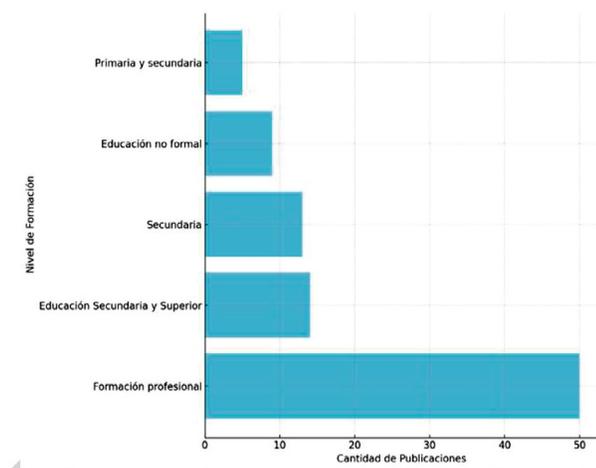


Figura 4. Nivel de formación de la población objetivo en la que se usarán energías renovables como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

La distribución de las publicaciones revelada en la figura 4 implica una orientación predominante de la investigación hacia la formación profesional. Con aproximadamente 50 trabajos centrados en este nivel, se evidencia un claro énfasis en la necesidad de integrar la enseñanza de las energías

renovables y la educación ambiental en la formación avanzada, lo cual es crucial para el desarrollo de profesionales capacitados en estos campos emergentes y esenciales para la transición energética y la sustentabilidad [38], [39].

El interés considerable en la “Educación Secundaria y Superior”, con alrededor de 20 publicaciones, indica un reconocimiento de la importancia de abordar estas temáticas desde una etapa temprana de la formación académica. Incorporar conocimientos especializados en energías renovables y prácticas sostenibles en estas etapas prepara a los estudiantes para estudios avanzados y carreras profesionales en sectores relacionados con la energía y el ambiente [3], [40].

La cantidad relativamente menor de publicaciones en “Educación Secundaria” y “Educación no formal”, aunque menores en comparación con los niveles superiores, señalan una inclusión progresiva de estos temas críticos en los currículos y en espacios de aprendizaje alternativos. La integración en la educación secundaria es estratégica, ya que alcanza a estudiantes en una fase formativa clave, mientras que la educación no formal puede llegar a un público más amplio y diverso, extendiendo el impacto educativo más allá de las aulas tradicionales.

El nivel “Primaria y Secundaria” muestra la menor concentración de publicaciones, lo que puede implicar una oportunidad de crecimiento en el campo. La incorporación de conceptos de sustentabilidad y energías renovables en las etapas iniciales de educación podría fomentar una conciencia ambiental desde una edad temprana [11], [41], lo que es vital para la formación de futuras generaciones comprometidas con la protección del ambiente.

Este análisis sugiere que, aunque existe un sólido cuerpo de investigación en la formación profesional, hay un potencial significativo para expandir el enfoque de investigación y desarrollo de programas

educativos en los niveles inferiores y en contextos no formales. Ello podría facilitar una comprensión más amplia y una adopción más generalizada de prácticas sostenibles, fundamentales para afrontar los retos ambientales de la actualidad y del futuro [42], [43].

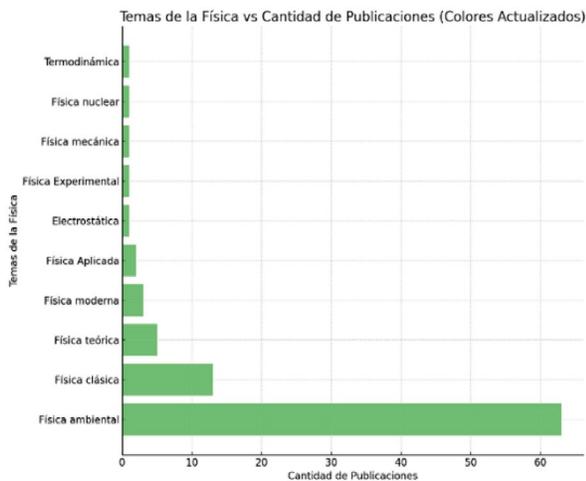


Figura 5. Temas físicos utilizados con las energías renovables como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

En la figura 5 se presenta una distribución temática de las publicaciones que abordan diversos aspectos de la física en el contexto del apoyo didáctico ofrecido por las energías renovables. De especial interés es la física de las radiaciones, destacada en [44], que enfatiza la necesidad de entender fenómenos como el incremento de la radiación solar que atraviesa la capa de ozono, un efecto directamente atribuible a las emisiones de gases de fuentes energéticas fósiles. Esta área de estudio es vital para comprender los procesos físicos que afectan la barrera protectora natural de la Tierra.

La revisión indica que 63 trabajos se centran en la física ambiental, un hallazgo en consonancia con [45] que reporta que el 8% de los documentos analizados en la Revista de Enseñanza de la Física evidencian la necesidad de integrar aspectos ambientales en la educación física. Además, se menciona que 12 trabajos tratan sobre física clásica, mostrando una tendencia a aplicar temas como la mecánica de fluidos para explicar y

entender los impactos en el ambiente. Estos resultados subrayan la relevancia de la física ambiental y clásica en la educación, resaltando su importancia en la interpretación de fenómenos que tienen consecuencias directas en la sustentabilidad ambiental.

La “Física Ambiental” puede conceptualizarse como un campo emergente que aborda la intersección entre los principios fundamentales de la física y las ciencias ambientales. Se concentra en la aplicación de conceptos físicos para comprender, modelar y resolver problemas relacionados con el ambiente. Esto incluye el estudio de procesos naturales y la influencia de la actividad humana sobre estos, como la transferencia de energía, los ciclos de materiales y la dinámica de los sistemas climáticos y ecológicos.

La predominancia de publicaciones en física ambiental, tal como se observa en la gráfica, sugiere un cambio paradigmático en las prioridades de investigación y educación en física [46], dirigido hacia temas que tienen un impacto directo en la sustentabilidad y el bienestar global. Este interés creciente refleja una respuesta a desafíos urgentes como el cambio climático, la gestión de recursos renovables y la mitigación de la contaminación [47].

El análisis de la gráfica revela que mientras otros temas tradicionales de la física continúan siendo fundamentales para el avance del conocimiento científico, la física ambiental se destaca como un área de especial atención y crecimiento. Esto puede interpretarse como un indicativo de la necesidad de formar profesionales que no solo posean una sólida comprensión de los principios físicos, sino que también estén equipados para aplicar este conocimiento en el desarrollo de tecnologías limpias, en la evaluación de impactos ambientales y en la formulación de políticas públicas.

La física ambiental, por tanto, no se limita al ámbito académico, sino que se extiende a la

práctica aplicada, impulsando innovaciones en energías renovables, eficiencia energética y tecnologías de mitigación del cambio climático. El fuerte enfoque en este campo es un claro reflejo de la relevancia que la sociedad actual asigna a la investigación orientada hacia la resolución de problemas ambientales y hacia la promoción de un desarrollo sustentable.

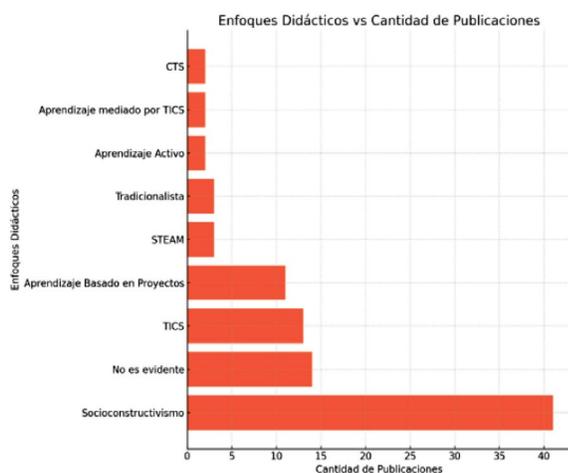


Figura 6. Enfoque didáctico empleado en energías renovables como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

En el análisis de la figura 6, se identificó que la teoría socio-constructivista figura como el enfoque pedagógico preeminente en la aplicación de energías renovables dentro de la didáctica de la física. Según lo citado en [48] este marco teórico favorece una transformación en la actitud y percepción de los estudiantes, alineándolos más estrechamente con el contenido y los objetivos del curso. Este enfoque promueve un aprendizaje reflexivo y crítico, en el cual los estudiantes construyen conocimientos a partir de su propia experiencia y en colaboración con sus pares, facilitando la comprensión de los conceptos físicos y su relevancia práctica en la resolución de problemas y la toma de decisiones. Se reconoce que, al contextualizar la física dentro del entorno familiar de los estudiantes, se potencia su habilidad para aplicar teorías a situaciones reales, lo que les permite explorar, cuestionar y analizar los fenómenos a los que están expuestos.

La categoría denominada “no es evidente”, que incluye 14 trabajos, refleja una laguna en la literatura donde los enfoques didácticos no se definen claramente o no se asocian con teorías pedagógicas establecidas. Este hallazgo sugiere la necesidad de una caracterización más detallada de las metodologías empleadas en estudios futuros, para mejorar la comprensión de cómo se enseña la física en el contexto de las energías renovables.

La incorporación de las TIC en 13 trabajos subraya la creciente relevancia de la tecnología en la educación científica, como se discute en [49]. Las simulaciones digitales y las herramientas en línea se destacan como recursos valiosos que pueden simular experiencias de laboratorio y ofrecer una comprensión profunda de modelos matemáticos complejos, en un contexto accesible y rentable, especialmente cuando los recursos físicos son limitados o inexistentes.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es evidente en 11 trabajos, lo que indica, según [50] que esta metodología está ganando terreno como una estrategia eficaz para enseñar física. El ABP involucra a los estudiantes en la aplicación de conceptos físicos a través del desarrollo de proyectos que no solo son pedagógicamente ricos, sino que también pueden desencadenar el interés y la participación activa en la investigación científica. La implementación del ABP en la educación en física puede fomentar una comprensión más integral y aplicada de los principios científicos, a la vez que promueve competencias tales como el trabajo en equipo, la gestión de proyectos y la resolución creativa de problemas.

En conjunto, estos enfoques didácticos reflejan una transición hacia prácticas pedagógicas más interactivas, participativas y contextualizadas en la educación en física, alineadas con las necesidades de un mundo que requiere ciudadanos capacitados en tecnologías sostenibles y conscientes del medio ambiente.

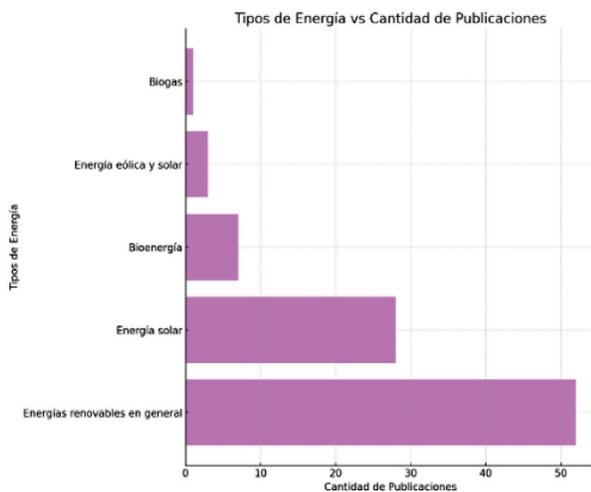


Figura 7. Tipos de energía aplicados como apoyo didáctico para la enseñanza de la física

En la figura 8 se aprecia que la predominancia de las publicaciones en ‘Energías renovables en general’ sugiere un enfoque investigativo amplio y multifacético que abarca una gama de procesos físicos, desde la captura y conversión de energía hasta su almacenamiento y distribución. Este interés generalizado puede estar motivado por la urgencia global de comprender y optimizar los sistemas energéticos sostenibles en su conjunto.

En la categoría de ‘Energía solar’, los fundamentos físicos que subyacen son principalmente el efecto fotovoltaico y la termodinámica de la conversión de energía. La física de semiconductores es central aquí, ya que la absorción de fotones de luz solar libera electrones en estos materiales, creando una corriente eléctrica. La eficiencia de conversión, la optimización del espectro de luz absorbida y la minimización de las pérdidas térmicas son áreas críticas de estudio, lo cual puede explicar la concentración de investigaciones en este campo.

La ‘Energía eólica’, por su parte, se basa en la aerodinámica de las turbinas, la mecánica de fluidos y la cinética de los cuerpos en rotación. Los conceptos físicos relacionados con la energía eólica incluyen la transformación

de la energía cinética del viento en energía mecánica y luego eléctrica. La distribución de Weibull para la caracterización del viento, el análisis de la turbulencia y el rendimiento de las turbinas en diferentes condiciones atmosféricas son aspectos físicos fundamentales en este ámbito.

En cuanto a la ‘Bioenergía’, se abordan conceptos de termodinámica y reacciones químicas relacionadas con la descomposición de materia orgánica y la combustión. El balance energético en la producción de biocombustibles y la eficiencia de la conversión de energía son consideraciones clave. La física en la bioenergía también incluye el estudio del calor generado y la transferencia de energía en los procesos biológicos y mecánicos implicados.

El ‘Biogás’, siendo el menos representado en las publicaciones, involucra la comprensión de procesos bioquímicos y fisicoquímicos, como la digestión anaerobia y la combustión controlada de gases. A nivel físico, los investigadores se centran en la dinámica de gases, la presión y el volumen en los digestores, así como en la eficiencia energética de la conversión del biogás en electricidad o calor.

La visibilidad relativa de cada tipo de energía renovable en la literatura puede reflejar tanto la viabilidad técnica y económica de estas tecnologías como el interés estratégico global en su desarrollo. La mayor presencia de artículos sobre energía solar es coherente con el rápido desarrollo tecnológico y la caída de los costos de producción de los paneles solares, así como con la creciente implementación a nivel mundial.

La energía eólica sigue siendo prominente debido a su ya establecida infraestructura y su capacidad para complementar otras formas de generación de energía renovable. La bioenergía y el biogás, aunque menos presentes, siguen siendo áreas importantes de investigación, particularmente

en el contexto de la economía circular y el manejo de residuos orgánicos.

Tras una exhaustiva revisión de la literatura y el análisis de datos efectuado, se han identificado patrones clave y tendencias relevantes en la enseñanza de la física y las energías renovables. El estudio ha revelado un claro predominio de las investigaciones dirigidas a 'Energías renovables en general', lo cual evidencia un enfoque holístico que reconoce la complejidad y la naturaleza interconectada de los sistemas de energía sostenibles. La física ambiental emerge como un área de estudio particularmente significativa, dominando la producción académica con un alto número de trabajos.

Este hecho subraya la importancia de comprender y aplicar conceptos físicos fundamentales al estudio de procesos naturales y la mitigación de impactos antropogénicos, en consonancia con la urgencia global de desarrollar soluciones efectivas frente al cambio climático y la degradación ambiental.

La energía solar, destacada por su sólida presencia en las publicaciones, resalta la importancia de la física de semiconductores y la termodinámica en la conversión de energía. La energía eólica, con un cuerpo de trabajo más modesto, enfatiza la relevancia de la aerodinámica y la mecánica de fluidos. Por su parte, las publicaciones centradas en la bioenergía y el biogás, aunque menos frecuentes, reflejan el interés en procesos termodinámicos y bioquímicos que contribuyen al avance de alternativas energéticas sostenibles dentro de la economía circular.

El predominio de ciertas energías sobre otras en la investigación puede estar vinculado a su relevancia práctica, potencial de desarrollo, y alineación con los objetivos de sostenibilidad global. La energía solar, en particular, demuestra ser un campo de interés continuo debido a su aplicabilidad universal y a los avances tecnológicos que han mejorado su accesibilidad y eficiencia.

Este conjunto de hallazgos proporciona una visión integral de la situación actual de la investigación en la enseñanza de la física relacionada con las energías renovables, y resalta la necesidad de seguir fomentando la interdisciplinariedad y la integración curricular de conceptos científicos y sustentables para preparar a las próximas generaciones en la construcción de un futuro energético resiliente y respetuoso con el medio ambiente.

4. Conclusiones

El estudio identificó un marcado interés en 'Energías renovables en general', lo que indica un acercamiento comprensivo y multidisciplinar en la investigación y educación, sugiriendo que el campo está evolucionando hacia una integración de diversas fuentes de energía limpia y sus aplicaciones prácticas.

La física ambiental se destacó por ser el área más investigada, reflejando la necesidad crítica de abordar los retos del cambio climático y la sustentabilidad a través de la educación en física. Esto demuestra un cambio hacia una perspectiva que enfatiza la importancia de una comprensión profunda de los principios físicos y su aplicación directa en la protección ambiental y la política de energía.

La cantidad significativa de publicaciones en energía solar subraya el papel central de esta tecnología en la transición hacia un futuro sustentable, y refleja los avances en eficiencia y accesibilidad de la tecnología fotovoltaica.

La investigación destaca la teoría socio-constructivista como el método didáctico predominante, lo que apunta a un cambio progresivo en la educación en física hacia enfoques más interactivos y participativos que facilitan el aprendizaje significativo y promueven la toma de decisiones informadas y críticas en temas ambientales.

El uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) indican una tendencia hacia métodos educativos que incorporan herramientas digitales y estrategias prácticas para fomentar la comprensión de conceptos complejos y la aplicación del conocimiento en contextos reales.

Aunque el enfoque se ha centrado en la formación profesional, hay un potencial considerable para ampliar la enseñanza de la física y las energías renovables en

niveles educativos iniciales y en entornos no formales, lo cual podría catalizar una adopción más generalizada de prácticas sostenibles.

El estudio pone de relieve la necesidad de una educación interdisciplinar que no solo imparta conocimientos técnicos, sino que también inculque una comprensión y ética ambientales sólidas, cruciales para formar ciudadanos y profesionales que puedan navegar y moldear un futuro energético sostenible.

Referencias bibliográficas

- [1] R. L. Amórtegui-Rodríguez, "La seguridad energética y los intereses nacionales en el marco de la transición hacia energías renovables", *Estudios en Seguridad y Defensa*, vol. 17, no 34, pp. 285–305, dic. 2022, doi: 10.25062/1900-8325.346.
- [2] J. D. Ortíz, "Barreras corporativas a la adopción de energías limpias en Colombia". 2020. Accedido: 26 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11371/3243>
- [3] D. A. Valderrama y S. C. B. Moreno, "PRAE Rizoma; una experiencia de construcción cognitiva sistémica de educación ambiental en educación secundaria", *Bio-grafía*, ene. 2023, Accedido: 20 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18139>
- [4] R. M. Gavilanes Capelo, B. G. Tipán Barros, R. M. Gavilanes Capelo, y B. G. Tipán Barros, "La Educación Ambiental como estrategia para enfrentar el cambio climático", *ALTERIDAD. Revista de Educación*, vol. 16, no 2, pp. 286–298, 2021, doi: 10.17163/ALT.V16N2.2021.10.
- [5] M. L. P. RUIZ y A. A. VILLAMAR, "Descolonización, diálogo de saberes e investigación colaborativa", *Utopía y Praxis Latinoamericana*, vol. 27, no 98, 2022, doi: 10.5281/ZENODO.6615933.
- [6] H. Bozzano y T. Canevari, "Transformar diálogos de saberes en diálogos de haceres", *Portal de Libros de la Universidad Nacional de La Plata*, oct. 2020.
- [7] J. M. García-Arévalo et al., "Aprendizaje colaborativo en el estudio de energías renovables: un camino hacia la formación del profesorado", *Formación universitaria*, vol. 15, no 6, pp. 71–82, 2022, doi: 10.4067/S0718-50062022000600071.
- [8] J. Sánchez Meca, "Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis", *Aula abierta*, 2010, Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/5126>
- [9] R. Hernandez-Sampieri y C. P. Mendoza Torres, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA* - Roberto Hernandez Sampieri - Google Libros. México: Mc Graw Hill Education, 2018. Accedido: 29 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5A2QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=hern%C3%A1ndez+sampieri&ots=TjYkVR_oLZ&sig=kl2LJulEYwoyz_csgfM-hbmJl_2s#v=onepage&q=hern%C3%A1ndez%20sampieri&f=false
- [10] J. A. Hernández-Galvez, R. Aranda-Roche, S. A. Méndez, y V. D. la Cruz-Villegas, "Nivelación como Teoría Educativa para Carreras de Energías Renovables", *Revista Docentes 2.0*, vol. 9, no 2, pp. 95–102, sep. 2020, doi: 10.37843/rted.v9i2.150.
- [11] D. A. Valderrama y Y. Pedraza-Jiménez, "Problemáticas ambientales; pretexto para potenciar la argumentación científica en población infantil.", *Revista Insignare Scientia - RIS*, vol. 4, no 3, pp. 78–93, mar. 2021, doi: 10.36661/2595-4520.2021V4I4.12121.
- [12] M. México, G. Jhon, y C. Visa, "Educación ambiental en instituciones educativas de educación básica en Latinoamérica: Revisión sistemática", *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no 3, pp. 723–739, may 2022, doi: 10.37811/CL_RCM.V6I3.2255.
- [13] F. Vera, M. C. Uribe, y S. Del Castillo, "Acción climática y Acuerdo de París: el rol de las ciudades de América Latina y el Caribe", abr. 2023, doi: 10.18235/0004837.
- [14] J. S. Cano Herrera, "El auge de las energías renovables: estudio de caso", ene. 2020, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/1717>
- [15] V. Ballesteros Ballesteros y A. P. Gallego-Torres, "La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en ciencias", *Revista científica*, vol. 2, no 35, pp. 192–200, may 2019, doi: 10.14483/23448350.14869.
- [16] O. A. Rodríguez Garzón, "Diseño de un material didáctico como recurso educativo en el aprendizaje de las energías renovables para estudiantes del grado séptimo.", reponame: Repositorio Institucional de la Universidad Pedagógica Nacional, 2015, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/10624>
- [17] C. Constanza y C. Sánchez, "Propuesta de enseñanza de la energía solar como fuente de energía alternativa renovable, para estudiantes de ciclo IV Básica Secundaria", 2013, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75091>
- [18] A. Quintana-Ramírez, J. J. Páez, P. Téllez-López, A. Quintana-Ramírez, J. J. Páez, y P. Téllez-López, "Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables", *Pedagogía y Saberes*, no 48, pp. 43–57, 2018, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-24942018000100043&lng=en&nrm=iso&tlng=es

- [19] A. Freier, "La situación de la cooperación energética entre Argentina y Brasil en el área de la energía renovable: ¿Integración, difusión o fragmentación?", *Relac Int*, vol. 25, no 51, pp. 81–100, 2016, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-27662016000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [20] | Rosa, E. R. Gil, Á. T. Hoyos, M. C. Piñeros, J. Paola, y D. Buitrago, "Análisis de Políticas Públicas para la adopción de Energías Renovables No Convencionales en Colombia", *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, vol. 19, no 36, feb. 2023, doi: 10.18270/CUADERLAM.V19I36.4052.
- [21] S. Belmonte, A. J. Franco, J. G. Viramonte, y V. Núñez, "Integración de las energías renovables en procesos de ordenamiento territorial", 2019, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/186359>
- [22] C. P. Martínez, V. Alirio, y J. Santander Díaz, "Aprendizaje profundo de las energías renovables a través del modelo de las Naciones Unidas", 2022, doi: 10.14483/23448350.14773.
- [23] S. Medina Rincón y A. K. Venegas Camargo, "Energías renovables un futuro optimo para Colombia", *Punto de Vista*, ISSN-e 2027-5153, ISSN 0123-580X, Vol. 9, No. 13, 2018 (Ejemplar dedicado a: Punto de Vista), vol. 9, no 13, p. 2, 2018, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6540491&info=resumen&idioma=SPA>
- [24] J. José, V. Sierra, y M. A. Ramírez, "La importancia de las finanzas verdes y el papel del sector privado en el camino hacia la transición energética, la acción climática y el desarrollo sostenible". *Universidad EIA*, 2023. Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/6410>
- [25] C. Alvarez Macho Profesor-Tutor y J. Nieto Vega, "Economía de los recursos naturales a escala global", 2023, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62266>
- [26] M. Cabido y Z. Director, "ESG, Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa", 2023, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/69065>
- [27] N. Estella Pardo Espejo, L. Adriana Cano Londoño, M. Sc, C. Alexander Rocha Álvarez, L. O. Metodología Ciiil Aicle Aplicada En El Área De Educación Ambiental, y I. Educativa Julio César Turbay Ayala, "Artículo de investigación científica y tecnológica", 2017.
- [28] Y. Avilés Contreras, A. M. Contreras Moya, N. M. Nodarse González, Y. Avilés Contreras, A. M. Contreras Moya, y N. M. Nodarse González, "La educación ambiental a través de tareas para la evaluación de lecturas en idioma inglés", *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 13, no 6, pp. 344–355, 2021, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600344&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [29] C. M. Nkwetisama, "EFL/ESL and Environmental Education: Towards an Eco-Applied Linguistic Awareness in Cameroon.", *World Journal of Education*, vol. 1, no 1, pp. 110–118, abr. 2011, doi: 10.5430/wje.v1n1p110.
- [30] C. Furió, "Mejorando la comprensión de termoquímica de profesores de física y química en formación a través de la implementación de una secuencia de enseñanza", *Enseñanza de las ciencias*, no Extra, pp. 0122–0126, 2009, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/128346>
- [31] I. Ocetkiewicz, B. Tomaszewska, y A. Mróz, "Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 80, pp. 92–97, 2017, doi: 10.1016/J.RSER.2017.05.144.
- [32] G. S. de Araujo y L. F. R. Mendes, "Energia renovável ou energia 'limpa'? Uma busca pela percepção conceitual nos alunos do curso técnico em Meio Ambiente", *Revista Vértices*, vol. 20, no 3, pp. 408–427, dic. 2018, doi: 10.19180/1809-2667.V20N32018P408-427.
- [33] P. Jennings y C. Lund, "Renewable energy education for sustainable development", *Renew Energy*, vol. 22, no 1–3, pp. 113–118, ene. 2001, doi: 10.1016/S0960-1481(00)00028-8.
- [34] Y. Karatepe, S. V. Neşe, A. Keçebaş, y M. Yumurtaci, "The levels of awareness about the renewable energy sources of university students in Turkey", *Renew Energy*, vol. 44, pp. 174–179, ago. 2012, doi: 10.1016/J.RENENE.2012.01.099.
- [35] A. Vilches y D. Gil Pérez, "LA EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA UNIVERSIDAD: EL RETO DE LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO", *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 16, no 2, pp. 25–43,

- 2012, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724395003>
- [36] R. A. R. Roby, E. Y. M. Herrera, y D. F. C. Moscol, "Hacia un futuro sostenible: el impacto transformador de la tecnología educativa en la educación superior", *Revista InveCom / ISSN en línea*: 2739-0063, vol. 4, no 2, pp. 1-19, 2024, doi: 10.5281/ZENODO.10558708.
- [37] T. W. Mikaela Alejandra y A. A. Cevallos Goyes, "Hacia un futuro sostenible: potenciando la educación en Ecuador desde la academia", *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, ISSN 2528-8083, Vol. 8, No. 4, 2023, págs. 170-185, vol. 8, no 4, pp. 170-185, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10020404.
- [38] L. A. Uptc, N. Adolfo, y P. Barbosa, "UNA PROPUESTA DE 'ENSEÑANZA' DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA UPTC", *Bio-grafía*, vol. 0, no 0, p. 149.159, may 2014, doi: 10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia149.159.
- [39] R. M. Chacón, N. Montbrun, y V. Rastelli, "La educación para la sostenibilidad: Rol de las universidades", *Argos*, vol. 26, no 50, pp. 50-74, 2009, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-16372009000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [40] U. Y. Sociedad, D. LA Educación Ambiental Para El Desarrollo Sostenible De La Republica De Angola, A. Sofia Simões Cacuaça, y G. Yanes López, "Desafíos educativos de la educación ambiental para el desarrollo sostenible de la Republica de Angola", *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 11, no 4, pp. 86-93, 2019, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400086&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [41] T. por Sandra Laso Salvador Mercedes Ruiz Pastrana, "Propuesta STEAM para 4o de Primaria: una oportunidad para las fuentes de energía", 2023, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62235>
- [42] D. A. Valderrama, E. Yizeth, P. Benavides, M. Damian, G. Velasco, y E. S. Torres, "Escenarios de educación no formal en Colombia; potencialidades para la enseñanza de la física", *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 35, no 2, pp. 75-91, dic. 2023, doi: 10.55767/2451.6007.V35.N2.43694.
- [43] M. C. Ruge Castillo, R. A. Díaz Chacón, D. A. Valderrama, A. Silva De Oliveira, y N. Pachón Barbosa, "Los mercados verdes; pretexto para la educación ambiental comunitaria en Colombia", *Revista Tecnia*, vol. 8, no 1, p. 2023, nov. 2023, Accedido: 29 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnia/article/view/561>
- [44] R. Fabián y E. Guerrero, "La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental", *Latin-American Journal of Physics Education*, ISSN-e 1870-9095, Vol. 4, No. 2, 2010, vol. 4, no 2, p. 26, 2010, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3696447&info=resumen&idioma=SPA>
- [45] H. D. Navone, L. Niell, M. Bertoldi, R. Menchón, y A. L. Fourty, "La cuestión ambiental en la Revista de Enseñanza de la Física (2015-2019)", *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 32, pp. 271-278, nov. 2020, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doaj.org/article/3cb67da52f154832be1730e1ccad642f>
- [46] L. M. G. Pardo y D. A. Valderrama, "ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN PANDEMIA; UNA EXPERIENCIA DESDE EL ENFOQUE CTS", *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, no Número Extraordinario, pp. 274-280, nov. 2021, Accedido: 11 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15104>
- [47] C. de I. de la U. D. F. J. de Caldas, "Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física", *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, vol. 11, no 2, pp. 193-211, jul. 2016, doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3.
- [48] C. H. H. y R. Y. E., "Una propuesta constructivista para la enseñanza de la física", *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, vol. 1, no 1, pp. 53-68, jun. 2010, doi: 10.18175/VYS1.1.2010.04.
- [49] B. J. L. Alcivar, S. L. C. Tumbaco, y S. M. R. Merchán, "Las TICs en el aprendizaje de la Física", 2017.
- [50] M. Humberto, R. Díaz, J. Luis, y S. Fajardo, "El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica", *Innovación Educativa*, ISSN-e 2594-0392, ISSN 1665-2673, Vol. 14, No 66, 2014, págs. 65-89, vol. 14, no 66, pp. 65-89, 2014, Accedido: 29 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5229591&info=resumen&idioma=ENG>