



Revisión de antecedentes: la educación en energías renovables desde la perspectiva del aprendizaje basado en proyectos y cuestiones sociocientíficas

Revista electrónica EDUCyT
ISSN 2215-8227
Julio– Diciembre 2022, segunda era
Volumen 13, No. 1
PP. 19 -46

Análise de antecedentes: educação em energia renovável na perspectiva da aprendizagem baseada em projetos e questões sociocientíficas

Background review: education in renewable energy from the perspective of project-based learning and socio-scientific issues

Laura Raquel Zúñiga González
laura.zuniga@colfeps.edu.co

Adela Molina Andrade
mara.gracia@gmail.com

Resumen

El presente artículo, el cual es un avance de la investigación doctoral adelantada en el DIE de la Universidad Distrital FJC, describe los antecedentes sobre la Educación en Energías Renovables (EER) y su abordaje desde el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y cuestiones socio-científicas (CSC). Esto con el objetivo de caracterizar los enfoques y campos temáticos de la producción académica en los últimos 10 años, utilizando para tal fin: la metodología de Mapeamiento Bibliográfico Informacional en 210 artículos analizados y sistematizados en una hoja de cálculo del Programa Excel. Como resultados parciales se evidencia una mayor producción académica respecto del campo de la EER en países desarrollados, claro está que, en el contexto Colombiano estas investigaciones son representativas. Así mismo, se identificaron tres enfoques y doce campos temáticos; los enfoques con mayor representación fueron: Enseñanza con un 77% y Formación de profesores con un 15%; los campos temáticos con mayor peso fueron Perspectiva de proyectos (24,8%), Metodologías de enseñanza (16,2%) y Currículo (11%). Se concluye que hay una necesidad de profundizar en el enfoque de concepciones, visiones, representaciones, específicamente, en los campos temáticos de aprendizaje, formación tecnológica, perspectiva de proyectos y políticas, en los que no se obtuvo ningún registro en este estudio.

Palabras clave

Educación en energías renovables (EER), Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Cuestiones socio-científicas (CSC).

Resumo

O presente artigo, o qual é um avanço da pesquisa de doutorado realizada no DIE da Universidade Distrital FJC, descreva os antecedentes sobre a Educação em Energias Renováveis (EER) e sua abordagem sociológica desde o Aprendizagem Baseado em Projetos (ABP) e questões sociocientíficas (QSC). Este é o objetivo de caracterizar os focos e os campos temáticos da produção acadêmica nos últimos 10 anos, usando para tal: a metodologia de mapeamento bibliográfico informativo em 210 artigos analisados e sistematizados em uma data de verificação do programa Excel. Como resultados parciais se evidenciam uma maior produção acadêmica em relação ao campo da EER em países desenvolvidos, é claro que, no contexto colombiano, estas investigações são representantes. Da mesma maneira, três abordagens e doze campos temáticos foram identificados; as abordagens com maior representatividade foram: Ensino com um 77% e formação dos docentes com 15%; os campos temáticos com maior peso foram Perspectiva de projetos (24,8%), Metodologia de Ensino (16,2%) e Currículo (11%). Conclua que há uma necessidade de aprofundamento no enfoque de concepções, visões, representações, especificamente, nos campos temáticos de aprendizagem, formação tecnológica, perspectiva de projetos e políticas, em que nenhum registro foi obtido neste estudo.

Palavras-chave

Educação em Energias Renováveis, Aprendizagem Baseado em Projetos, Questões Sociocientíficas.

Abstract

The present article, which is an advance of the doctoral research advanced in the DIE of the Universidad Distrital FJC, describes the background on Education in Renewable Energies (REE) and its approach from project-based learning (PBL) and socio-scientific issues (SSI). It is aimed at characterizing the approaches and thematic fields of academic production in the last 10 years, using for this purpose: the Information Bibliographic Mapping Methodology in 210 articles analyzed and systematized in a calculation day of the Excel Program. As partial results, a greater academic production regarding the field of EER in developed countries is evidenced, it is clear that, in the Colombian context, these investigations are representative. Likewise, three approaches and sweet thematic fields were identified; the approaches with a greater representation of the field: Teaching with a 77% and Training of teachers with a 15%; the thematic fields with a greater weight of the future Project perspective (24.8%), Teaching methodologies (16.2%) and Curriculum (11%). It is concluded that there is a need to delve deeper into the focus of conceptions, visions, representations, specifically, in the thematic fields of learning, technological training, projects and policies perspective, in which no record was obtained in this study.

Keywords

Renewable Energy Education (REE), Project-Based Learning (PBL), Socio-Scientific Issues (SSI).

Introducción

La satisfacción de las necesidades de desarrollo y crecimiento de la población humana, ha requerido cada vez de una mayor demanda de energía mediante el uso de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo principalmente, esto ha generado problemáticas ambientales como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), el cambio climático, el calentamiento global (Vilches et al., 2014; Guven y Sulun, 2017), y, complicaciones sociales y económicas como: la falta de recursos, la reducción en la producción agrícola, la reducción de la mano de obra a causa de la malnutrición y enfermedades (Porrás et al., 2018). Tanto las problemáticas ambientales como las complicaciones sociales han posibilitado una mayor desigualdad en el mundo así como hambre y desplazamientos, en la medida en que, las poblaciones más pobres son las menos capaces de adaptarse a los cambios en las condiciones climáticas por la falta de tecnología y de recursos (Recompensa et al., 2008). A esto se suma que, en un futuro cercano, los combustibles fósiles de los cuales ha dependido el desarrollo de la humanidad en estos dos últimos siglos, se agotaran, afectando directamente los costos de producción y el bolsillo de los consumidores (Fernández et al., 2012; Karatepe et al., 2012; Bojic, 2004).

Específicamente en Boyacá (Colombia), región sociocultural, ambiental y geográfica en donde se implementara este proyecto de investigación, la producción energética se centra en termoeléctricas que utilizan miles de toneladas de carbón al año, las cuales han promovido un crecimiento y desarrollo económico en la región, pero también han ocasionado problemáticas como: (a) el embalsamiento del río Chicamocha con lo cual se enajenó gran parte de su caudal hacia al sector eléctrico movido con carbón, afectando fuentes de agua usadas para el consumo y el riego de cultivos; (b) la siembra intensiva de eucaliptus con la consiguiente afectación de suelos para pastoreo, cultivo de frutas y hortalizas; por lo que los campesinos han recurrido a otras labores para conseguir su sustento (Grupo de Investigación XUÉ, 2020); (c) el desarrollo de procesos con tecnologías antiguas y de baja eficiencia lo que se ha traducido en un alto consumo de carbón y de emisiones de GEI; (d) la práctica de minería ilegal que genera impactos negativos ambientales y riesgos para quienes laboran bajo esta modalidad (Rocha, 2018); y (e) la deficiente gestión del gobierno regional evidenciada en los malos manejos de las plantas termoeléctricas: Boyacá compra a precio de mercado la energía que genera y no recibe ninguna utilidad (Flechas, 2019).

Estas problemáticas han llevado a la búsqueda de una revolución energética que haga uso de fuentes de energía renovables (ER) dentro de un modelo de producción sostenible y bajo en carbono, que impulse el autoconsumo, la producción descentralizada de energía, abra posibilidades de empleo y contribuya a la inclusión social y a la erradicación de la pobreza (Broman y Kandpal, 2011; Vilches et al., 2014; Porrás et al., 2018). Las fuentes de ER son prácticamente inagotables, se renuevan

naturalmente y provienen de recursos solares, eólicos, de biomasa, geotérmicos y oceánicos que no emiten gases tóxicos ni de efecto invernadero (Fernández et al., 2012; Guven y Sulun, 2017), y que, podrían llegar a satisfacer el 100% de la demanda de servicios de energía (Islam y Amin, 2012). Sin embargo y a pesar de que la industria de la ER ha experimentado un crecimiento en los últimos años, debido a que, su capacidad de producción se está expandiendo, su eficacia aumenta y los precios disminuyen mientras que se crean nuevos productos que requieren menos energía (Vilches et al., 2014); estas tecnologías aun requieren de esfuerzos que implican políticas, incentivos económicos y educación (Broman, 1994; Jennings y Lund, 2001; Islam y Amin, 2012; Ocetkiewicz et al., 2017).

La educación en energías renovables (EER) no solo es necesaria para alcanzar un conocimiento integrado que permita alternativas al uso de combustibles fósiles, sino que también, es necesaria para el desarrollo de habilidades y de comportamientos acordes con el desarrollo sostenible que les permita a los ciudadanos reconocerse como actores críticos capaces de tomar decisiones para resolver problemáticas en materia de energía (Jennings, 2009). Desarrollar un entendimiento del funcionamiento y mejor aprovechamiento de los sistemas de ER (Hernández et al., 2014; Jaber et al., 2017; Ballesteros y Gallego, 2019), permitirá a los ciudadanos asumir el compromiso de que serán ellos quienes asuman diversas funciones en el sector energético: serán la fuerza laboral calificada que impulse esta industria (Jennings y Lund, 2001; Karatepe et al., 2012; Zyadin et al., 2012). La aceptación y el apoyo de los ciudadanos son factores imprescindibles para que la transición energética a fuentes de ER tenga éxito puesto que, serán ellos como futuros consumidores quienes asumirán diferentes funciones en la toma de decisiones sobre la forma y el alcance de la producción de energía (Oluoch et al., 2020; Soeiro y Ferreira, 2020).

En concordancia con lo anterior, Kandpal y Garg (1998) proponen como objetivos de la EER: (i) Desarrollar una conciencia entre los estudiantes sobre la naturaleza y la causa de la crisis energética actual; (ii) Concientizar a los estudiantes sobre los diversos tipos de fuentes de energía no renovables y renovables, y, el potencial de sus recursos y las tecnologías existentes para aprovecharlos; (iii) Desarrollar valores y actitudes funcionales en los estudiantes hacia la utilización de fuentes de energía y también permitirles apreciar las dimensiones sociales asociadas de la misma; (iv) Propiciar la comprensión de los estudiantes sobre las consecuencias de varias medidas de políticas relacionadas con la energía; y (v) Permitir que los estudiantes sugieran estrategias alternativas para resolver la crisis energética en el futuro.

De tal manera que, la EER se constituye como una oportunidad para establecer propósitos de cambio respaldados por procesos de formación ciudadana y en la selección e implementación de proyectos de energías alternativas. Dicha educación requiere de procesos de innovación en las aulas, para que los estudiantes comprendan mejor las fuentes de energía renovables y su contribución al desarrollo sostenible

(Mayasari et al., 2019); y para que, logren integrar habilidades de problematización, indagación e inventiva como parte de una práctica investigativa que reconozca al estudiante en su rol como parte del mundo (Zabala y Gallego; 2018), capaz de resolver problemáticas del mundo real, en el que deben aplicar conocimientos técnico-científicos (Farrera et al. 2011). Dentro de estas metodologías de enseñanza innovadoras se encuentran el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y las Cuestiones Sociocientíficas (CSC).

El ABP se ha definido como una metodología de enseñanza (Gallego et al., 2018) eficaz y flexible que permite a los estudiantes: (i) mejorar la comprensión, las actitudes y los comportamientos acerca del conocimiento energético y las ER con el fin de que adopten decisiones y acciones energéticas responsables (DeWaters y Powers, 2009, 2011); (ii) desarrollar habilidades, destrezas y capacidades como el trabajo en equipo, la innovación, la investigación, la creatividad, la comunicación oral y escrita (Gallego et al., 2018), el razonamiento lógico, la argumentación, la resolución de problemas (Painter y Liyanapathirana, 2018; Vasiliene et al, 2020) y la construcción de modelos (Karpudewan et al., 2015); (iii) incrementar el interés, la participación y la motivación hacia la investigación de las ER y de los aspectos éticos, del medio ambiente y de sostenibilidad relacionados (Muñoz et al, 2019);(iv) reflexionar sobre su propio aprendizaje (Moalosi et al., 2012) para adquirir experiencia práctica y cooperativa resultante del proceso investigativo que implica el ABP, el cual podría involucrar redes educativas, organizaciones y empresas (Vasiliene et al, 2020).

Las CSC son situaciones que representan problemas científicos abiertos con impacto en la sociedad, que involucran controversias y dilemas a nivel ético, el desarrollo de una conciencia social y de hábitos de pensamiento científico (Genisa et al., 2020). El tema de las energías renovables es controvertido desde el punto de vista técnico-científico, social, medioambiental, económico, legislativo y ético frente a la sustitución de combustibles fósiles, la transición hacia fuentes renovables y las consecuencias del cambio climático global (Petit et al., 2021). En el CSC se hace necesaria la participación de ciudadanos con conciencia energética y con la capacidad de analizar de forma crítica y activa asuntos relacionados con la energía, capaces de tomar decisiones científicas informadas dentro de una sociedad democrática (Kinslow et al., 2018; Besaure, 2019), en pro del desarrollo sostenible del medio ambiente, de la conservación y cuidado de los recursos energéticos, de la integración de las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Sakschewski et al., 2014).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el objetivo de la investigación consiste en determinar los aspectos teóricos y metodológicos orientadores para el diseño e implementación de prototipos sucesivos basados en proyectos de aula y CSC, que integren problemáticas en materia de energías renovables articuladas a los contextos socioculturales, ambientales y geográficos específicos. Para el cumplimiento de este objetivo, en una primera etapa se pretende caracterizar los enfoques y campos

temáticos de la producción académica en EER desde la perspectiva del ABP y de las CSC, en los últimos 10 años; utilizando la metodología de Mapeamiento Bibliográfico Informacional (Molina et al, 2013) de 210 artículos analizados, cuyos resultados se presentan en este artículo.

Con el diseño e implementación de estos prototipos basados en el ABP y las CSC para una EER articulada al contexto sociocultural, ambiental y geográfico del Departamento de Boyacá, Colombia; la autora de esta investigación, está convencida del impacto positivo que se obtendrá al hacer visible las problemáticas sociales, económicas, ambientales, éticas y morales asociadas al uso de combustibles fósiles, específicamente al uso de carbón en la termoeléctrica Termopaipa, que abastece la energía eléctrica en el departamento de Boyacá.

Asimismo, mediante el reconocimiento de las cuestiones sociocientíficas hacer conscientes a los estudiantes sobre estas problemáticas y, mediante proyectos de aula referentes al diseño de prototipos de dispositivos basados en ER plantear alternativas de solución. Con ello, los estudiantes desarrollaran intereses, motivaciones, capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales en el estudio de las tecnologías de energías renovables y no renovables, como el pensamiento crítico, el razonamiento lógico, la resolución creativa de problemas, la toma democrática de decisiones responsables en cuestiones controvertidas relacionadas con la energía las cuales son requeridas por la sociedad y por el sector productivo para; el mejoramiento de las condiciones de vida, el uso y consumo racional y sustentable de los recursos energéticos, el fortalecimiento del sector energético mediante la innovación, investigación, tecnificación y la dignificación del trabajo.

La EER que se pretende en este proyecto de investigación debe posibilitar el fortalecimiento de una conciencia colectiva acerca del adecuado manejo de los recursos energéticos, teniendo en cuenta que la falta de este servicio aumenta la pobreza al limitar las condiciones de vida de las personas y el desarrollo productivo del entorno rural y urbano. Así mismo, es crucial que los estudiantes conozcan las políticas energéticas de su contexto, los mecanismos de participación ciudadana en dichas políticas, con el fin, de que desde el ámbito gubernamental también se promueva la responsabilidad energética y el progreso tecnocientífico de las energías renovables en el departamento y el país. En esta primera etapa de la investigación, se pretende, aportar al campo de conocimiento e investigación de la EER en Colombia, teniendo en cuenta su reciente abordaje en el contexto colombiano y los vacíos que en la revisión de la literatura se identificaron y que se presentan en este documento.

Metodología

Se trata de un estudio basado en la metodología de Mapeamiento Bibliográfico Informacional (Molina et al, 2005) orientado hacia un estudio de alcance (Levac et al., 2010), en el que se realizó una búsqueda sobre EER y su abordaje desde el ABP y el Enfoque CTS, en las bases de datos Eric, Dialnet, Scielo, Science Direct y Springer utilizando términos de búsqueda “Educación en energías renovables”, “Renewable energy education”, “Educación energética”, “Energía Renovable + Enseñanza”, “Energía Renovable + Aprendizaje”, “Educación en energías renovables + ABP”, “Renewable energy education + ABP”, “Educación en energías renovables + Proyectos de aula”, “Energía Renovable + Proyectos de aula”, “Educación en energías renovables + CTS”, “Renewable energy education + STS”, “Energía Renovable + CTS”. Esta búsqueda produjo un inventario de 220 artículos, los cuales se analizaron a partir de la lectura completa de los mismos y de la sistematización de la información en una hoja de cálculo del Programa Excel. Luego se realizó un análisis del contenido (Bardin, 2002) de los documentos, lo que permitió identificar la tendencia de la producción académica en relación a los países en desarrollo y en vía de desarrollo, así como, realizar la caracterización de tres enfoques temáticos: Enseñanza, Formación de profesores y concepciones, visiones y representaciones; y, doce campos temáticos: actitudes, aprendizaje, currículo, concepciones sobre contaminación, formación disciplinar, formación tecnológica, metodologías de enseñanza, contexto, perspectiva de proyectos, materiales didácticos, concepciones sobre energía, desafíos y políticas; que permiten describir la EER y los desafíos que aún enfrenta en su consolidación y en su abordaje desde el ABP y las CSC, cuya descripción se amplía en la Tabla 1.

Resultados, Discusión y Análisis

Tendencia de la producción académica en relación a los países en desarrollo y en vía de desarrollo

En la revisión de antecedentes realizada sobre la Educación en energías renovables desde la perspectiva del ABP y de las CSC, se identificaron las tendencias de la producción académica en relación a los países en desarrollo (Figura 1) y en vía de desarrollo (Figura 2).

Figura 1

Distribución del número de artículos en países en desarrollo

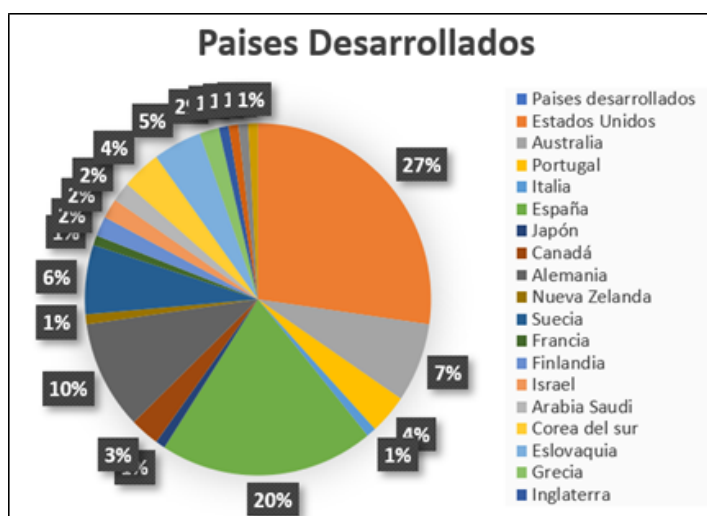
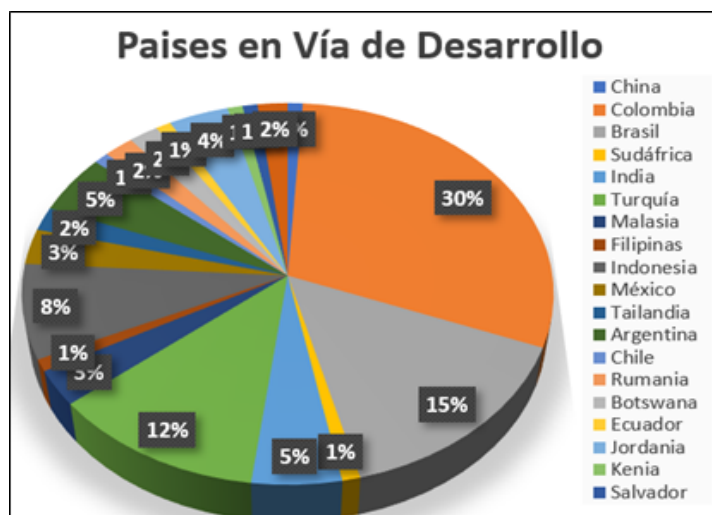


Figura 2

Distribución del número de artículos en países en vía de desarrollo



Los resultados muestran que en los países en desarrollo hay una mayor producción académica sobre la EER (52%), destacándose en estos, países como Estados Unidos (27%), España (20%) y Alemania (10%); sin embargo, los países en vía de desarrollo no se quedan atrás con un 48%, destacándose Colombia (30%), Brasil (15%) y Turquía (12%), lo que evidencia la importancia que tiene el tema de la EER a nivel mundial para la resolución y abordaje de problemáticas ambientales, sociales y económicas derivadas del uso de fuentes de energía fósiles y de su transición hacia fuentes limpias y renovables.

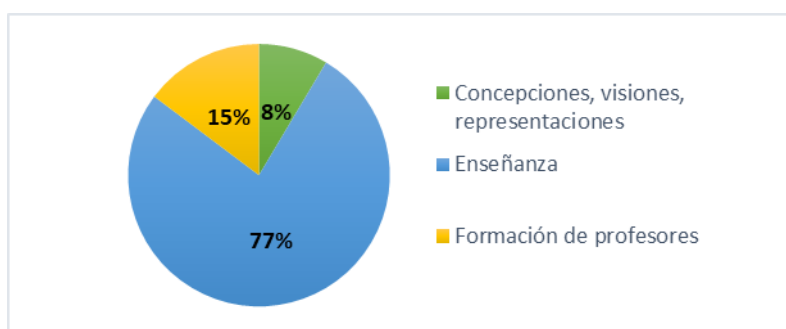
En Colombia (contexto de este proyecto de investigación) existe un aumento en la producción académica en el campo, sin embargo, al ser un país en vía de desarrollo, existen condiciones específicas que condicionan la EER, como las mencionadas por Kandpal y Broman (2014): (i) requieren más energía per cápita para mejorar la calidad de vida de la población; lo que implica el desarrollo de una infraestructura adecuada para el aprovechamiento de fuentes de energía nuevas y renovables lo antes posible, teniendo en cuenta sus características de insolación, velocidades de viento, reservas de biomasa y otros recursos energéticos; (ii) una gran parte de la población todavía no recibe educación a través de escuelas y colegios; (iii) existe una grave falta de maestros capacitados y materiales didácticos adecuados; (iv) carecen de fondos para las instituciones educativas; (v) el desempleo y los problemas socioculturales locales, de salud, nutrición, etc., prevalecen, por lo que es muy necesario que la EER esté directamente relacionada con las oportunidades de empleo y estos aspectos relevantes.

Enfoques temáticos en la EER

En la revisión de antecedentes realizada sobre la Educación en Energías Renovables desde la perspectiva del ABP y de las CSC, se identificaron tres enfoques y doce campos temáticos que permiten describirla e identificar los desafíos que aún enfrenta en su consolidación. La representación de cada enfoque en la muestra de artículos analizada, se pueden observar en la figura 3.

Figura 3

Distribución del número de artículos en cada enfoque



a) Enfoque temático Enseñanza en la EER (1E)

La EER tiene una identidad propia, requiere de habilidades y técnicas específicas, estándares y requisitos que normalmente no se encuentran en otras disciplinas, al implicar un estudio de la tecnología, los recursos, el diseño de sistemas, la economía, la estructura de la industria y las políticas en ER que permitan resolver las problemáticas energéticas en el presente siglo XXI (Jenning, 2009; Janghwan et al., 2015). Esto conlleva, a la consideración de los siguientes aspectos identificados en el

enfoque de enseñanza, el cual tuvo una representación en 161 artículos (77%), de los cuales derivan los campos temáticos caracterizados más adelante: (i) Implementar la EER en todos los niveles de escolaridad; (ii) Crear interés y motivación en el uso de las tecnologías de ER a través de la conexión con el mundo real; (iii) Promover la comprensión de los principios y utilización de las ER (Broman, 1994); (iv) Identificar los preconceptos o ideas previas de los estudiantes que pueden condicionar el aprendizaje de ciertos conceptos (Pedrós y Martínez, 2001; Çelikler et al., 2016); (v) Emplear metodologías abiertas y flexibles, al igual que, materiales didácticos a bajo costo (Berkovski y Gottschalk, 1997); (vi) Incluir el contexto ampliando la comprensión sobre los impactos positivos y negativos de las tecnologías de ER (Miralles, 2012; Prochnow et al. 2013; Bofferding y Kloser, 2014); (vii) Incorporar varias áreas de ciencias naturales y ciencias sociales en un trabajo interdisciplinar que permita incluir aspectos sociales, éticos, ambientales, económicos; (viii) Una sólida formación técnica en ER en el abordaje de problemas socio-técnicos complejos y urgentes involucrados en el logro de un futuro más sostenible (Stephenson, 2017); y, (ix) Contar con el equipo experimental y las herramientas adecuadas a bajo costo para una EER de calidad (Triebl y Blum, 1994).

Los esfuerzos educativos deben centrarse en la adquisición de conocimientos, habilidades y aspectos afectivos tales como: la presentación gráfica de datos, el pensamiento analítico, la comprensión lectora, la comprensión y el planteamiento de soluciones a problemas asociados al uso de combustibles fósiles y en materia de energía, el autoaprendizaje, el escribir, el teorizar (Leal et al, 2015), al igual que; la flexibilidad, creatividad, adaptabilidad y otras cualidades requeridas en el siglo XXI, cuyo desarrollo se ve favorecido en el cumplimiento del rol activo y comprometido del estudiante y en un proceso de aprendizaje constructivo, social, situado, continuo y colaborativo que depende de factores emocionales y motivacionales (Ott et al., 2018).

En este sentido, la EER debe constituirse como un espacio que posibilita el establecimiento de conexiones interdisciplinarias con el contexto, con el desarrollo del pensamiento crítico y con una actitud energética (Ballesteros y Gallego, 2019); a través de actividades significativas con aplicaciones prácticas de desarrollo sostenible (Jennings y Lund, 2001) que, incluyen actividades interactivas desde la perspectiva de las CSC como: juegos de roles, aprendizaje de servicio, trabajo colaborativo en un entorno de respeto y apoyo mutuo (Presley et al., 2013), además de; crear sitios web o material informativo multimedia; elaborar mapas conceptuales, historietas, folletos, comics; publicar en periódicos y redes sociales; realizar declaraciones públicas, reuniones comunales, movilizaciones, análisis de casos, talleres, debates, lluvia de ideas, charlas con expertos; investigaciones, experimentos para recopilar datos; aplicación de encuestas sociales, al fin de cuentas, organizar sistemas que se conectan con la vida y las preocupaciones de los estudiantes (Levinson, 2018).

Estas estrategias metodológicas basadas en CSC, permitirán la sustentación con evidencias de puntos de vista críticos que intervienen en las controversias actuales del

mundo en materia de ER (Martín y Erduran, 2018), reconociendo la complejidad del problema, identificando múltiples perspectivas, cuestionando opiniones y creencias personales, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectando falacias argumentativas; articulando la sociedad, la ciencia y la ética en la resolución de conflictos del contexto en materia de ER (Petit et al., 2021). Analizando el costo beneficio del desarrollo científico y tecnológico, sus implicaciones socioambientales, tecnosociales y sociocientíficas (Martínez y Parga, 2013; Karahan y Roehrig, 2016); identificando los mecanismos de participación que permitan la toma de decisiones con respecto a lo que es correcto y justo en determinados contextos, promoviendo actitudes y valores de conservación y educación para la sostenibilidad (Torres-Merchán, 2011).

Por otro lado, en la revisión realizada sobre la EER desde la perspectiva del ABP se han identificado diferentes modalidades que se pueden trabajar en el aula, dependiendo de los propósitos educativos que tenga la institución educativa y el docente:

- (i) ABP integrando STEM. Se aplica el conocimiento de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en el proceso de planeación, desarrollo y evaluación de proyectos (Tati et al., 2017) que respondan a situaciones o a problemas globales y locales relacionados con la eficiencia energética, el uso de energía, las fuentes de ER y el impacto del uso de energía en el medio ambiente (Mayasari et al., 2019);
- (ii) ABP utilizando estrategias INTe-L y e-PBL. Que las tecnologías de la información y la comunicación permitan el acceso a la información rápidamente y en profundidad; compartir ideas, socializar e interactuar sincrónica y asincrónicamente de manera colaborativa entre estudiantes, profesores y expertos fuera o dentro de su país de origen (Santos et al., 2012); generar interés, interactividad y diversión (Gerhátová et al., 2020; Ožvodlová y Gerhátová, 2013);
- (iii) ABP con el viaje de campo significativo. Involucra salidas de campo que podrían orientar la determinación del tema del proyecto (Tortop & Özek, 2013);
- (iv) Proyectos de Aprendizaje en Servicio. Que permite identificar las problemáticas de la comunidad y trabajar en su solución aplicando sus conocimientos en entornos prácticos (Merritt et al., 2019);
- (v) Actividades Tecnológicas Escolares (ATE). Involucra procesos de construcción de prototipos promoviendo la reflexión sobre conceptos propios del saber tecnológico, los procesos de producción de los artefactos, las afectaciones al medioambiente y los efectos mundiales que tienen (Quintana et al., 2018);
- (vi) Experimentos Prácticos. Herramientas que permiten a los estudiantes demostrar cómo se llevan a cabo proyectos prácticos de energía (Yang y Li, 2013).

Algunos ejemplos de proyectos educativos en ER que se han desarrollado en educación primaria, secundaria y superior son: diseño e implementación de estufas o fogones eficientes (Gomes et al., 2020); sistemas de bombeo fotovoltaico (Farrera et al. 2011); paneles solares (Korganci et al., 2016; Calderón y Aguirre, 2017); sistemas solares de agua caliente (Tilca et al., 2016); sistemas de riego solares (Clares y Alarcón, 2018); aerogeneradores (Castro y Oliveira, 2019); diseño de una bomba de viento de laboratorio (Ulazia y Ibarra, 2020); eficiencia de composta y biocomposta, optimización de celdas de hidrógeno, eficiencia de biodigestores (Sánchez et al., 2018); sistemas de energía integrados (Pecen et al., 2003).

b) Enfoque temático Formación de profesores en la EER (2E)

El papel de los docentes y futuros docentes en la EER es fundamental, en la medida en la que, son ellos quienes llevan al aula las realidades que se viven en el mundo (Pro-Bueno y Martínez, 2017), son quienes pueden realizar esfuerzos para incorporar la EER en el plan de estudios (Vilches et al., 2014) y cuyos intereses y actividad investigadora determinan la enseñanza de las ER (Ružinsky et al., 1996). Desde Andersen (1986), se ha justificado la necesidad de una amplia comprensión por parte de los docentes frente a las tecnologías de ER, haciendo énfasis en la práctica y en la investigación como elementos fundamentales de una educación de calidad, que les permita identificar las problemáticas presentes en el entorno y planificar sus proyectos estimando la cantidad razonable de trabajo que sus estudiantes pueden hacer, mediante la experimentación, la evaluación, la reflexión y actuación frente a la sostenibilidad de las tecnologías de ER y su impacto en los ámbitos sociocultural, tecnológico y ambiental (Mälkki y Alanne, 2017; Pérez-Parada et al., 2017).

Sin embargo, la representación de este enfoque identificado en 31 artículos (15%), evidencia que los profesores en formación tienen una consciencia negativa sobre las fuentes de ER y su conocimiento es insuficiente al presentar confusiones entre las fuentes de energía renovables y no renovables, al ignorar fuentes de ER como la geotérmica, biomasa y onda; y al desconocer como se produce cada recurso energético. Esto se debe a la ausencia de cursos sobre ER en los programas educativos sobre formación docente, a la falta de problemas de energía renovable centrados en el profesor, a la falta de correlación con la vida cotidiana, a la falta de material educativo adecuado, a la falta de apoyo científico y metodológico de cooperadores externos como profesionales, miembros de ONG, ambientalistas, etc., para tratar con EER (Zyadin et al., 2014; Guven y Sulun, 2017).

Por lo tanto, se recomienda que las autoridades inviertan más en la formación continua de maestros en relación con la EER (Genç y Akilli, 2019), debido a que esto, les permitirá mantenerse actualizados sobre las innovaciones y los avances en el campo de investigación de las ER y de la EER; estimulando su capacidad de inventiva tecnológica y

el diseño de dispositivos junto con sus estudiantes, con el fin de desarrollar habilidades y capacidades socio productivas y sustentables que tienen que ver con el saber hacer (Ordóñez, 2017; Firme, 2020). Asimismo, que a partir de dicha formación, el maestro construya conocimientos sobre las ER, y encamine esfuerzos a la preservación del medio ambiente, al igual que, percepciones, actitudes y comportamientos hacia el uso de estos recursos (Izgi-Onbasili, 2020); lo cual será reflejado en su práctica de enseñanza en el aula (Genç y Akilli, 2019), posibilitando un proceso de aprendizaje en el cual se aborden los problemas relevantes en materia de ER del presente y del futuro (Castro y Gallego, 2015).

La implementación de la EER mediante el abordaje de CSC requiere que los maestros superen desafíos que inician en su formación sobre los aspectos científicos, filosóficos, sociológicos, políticos, ambientales y éticos, que trascienden del conocimiento disciplinar propio de la ciencia (Presley et al., 2013), y, exigen la reflexión sobre la propia praxis, un trabajo colaborativo, la construcción de comunidades de práctica con otros docentes, directivos, profesionales e investigadores en la interfaz universidad-escuela. La formación permanente de manera consistente y articulada a las investigaciones didácticas relevantes para la sociedad contemporánea (Martínez, 2014), el diseño e implementación de unidades didácticas bajo CSC posibilitaran que, la flexibilización del currículo facilite a los maestros adaptar las CSC a sus entornos de enseñanza; al conocimiento de los problemas de la comunidad local y a la motivación hacia la innovación docente (Martín y Erduran, 2018).

c) Enfoque temático Concepciones, visiones, representaciones (3E)

Este enfoque temático que tuvo la menor representación, encontrándose en 18 artículos (8%) de la muestra total, se refiere a las concepciones, nivel de conocimiento y conciencia de los estudiantes, profesores y ciudadanía en general, hacia las fuentes de energías renovables. Los estudios encontrados se centran en los estudiantes, e identifican la falta de comprensión y conocimiento profundo de la energía, sus fuentes y tecnologías (Jaber et al., 2017): desconocen fuentes como la biomasa (Karatepe et al., 2012), no saben cómo proporcionar energía limpia y presentan confusiones entre fuentes renovables y no renovables, los recursos naturales y la matriz energética (Çelikler et al., 2016; Mendes y Souza, 2018), además que, abordan temas relacionados como el cambio climático y su relación con el ambiente pero no abordan directamente el tema energético (Janghwan et al., 2015).

Por lo tanto, existe una necesidad urgente de modernizar y actualizar la educación energética, la cual se ha trasladado de la escuela primaria a la secundaria (Janghwan et al., 2015), lo que representa un problema ya que los niños son más

abiertos que los adultos a las nuevas materias, lo que les permite convertirse en ciudadanos sensibles y conscientes del medio ambiente, teniendo en cuenta que a medida que los estudiantes crecen sus niveles de conciencia aumentan (Karatepe et al., 2012) y que, el acompañamiento de sus padres es fundamental puesto que, ayudan a mejorar los puntajes de conciencia de sus hijos sobre las fuentes de energía renovables (Kacan, 2015).

Igualmente, se evidencia que el plan de estudios y los métodos educativos no son capaces de aumentar los niveles de conciencia de los estudiantes sobre las fuentes de energía renovables (Kacan, 2015), por lo que, se requiere de innovaciones educativas que proporcionen un entorno escolar que fortalezca el establecimiento de conexiones interdisciplinarias y actitudes conscientes de los sujetos involucrados a través de comportamientos sociales justos y ambientalmente saludables, que promuevan el uso responsable de las fuentes de energía y el respeto al medio ambiente (Wrobel, 2015).

Promover un mayor nivel de conciencia energética posibilita la motivación para definir posiciones y participar como ciudadanos en temas de energía local, incluso en inversiones financieras que impulsen estos proyectos (Soeiro y Ferreira, 2020). Una mayor conciencia promueve cuestionamientos sobre las fortalezas y debilidades de un tipo de tecnología, el empoderamiento colectivo de la ciudadanía para que tomen decisiones energéticas adecuadas (Oluoch et al., 2020) y ejerzan presión sobre los gobernantes e industrias (Posso, 2002); el fomento de valores, actitudes y comportamientos para el logro de nuevas relaciones entre los seres humanos y el ambiente; que lleven al uso eficiente y racional de los recursos naturales renovables y no renovables (Pérez-Parada et al., 2017).

Campos Temáticos en la EER

Para cada uno de los enfoques, se identificó la relación existente con doce campos teóricos definidos, cuya representación se puede observar en la figura 3 y cuya descripción se amplía en la Tabla 1.

Figura 3

Numero de artículos en relación al campo temático

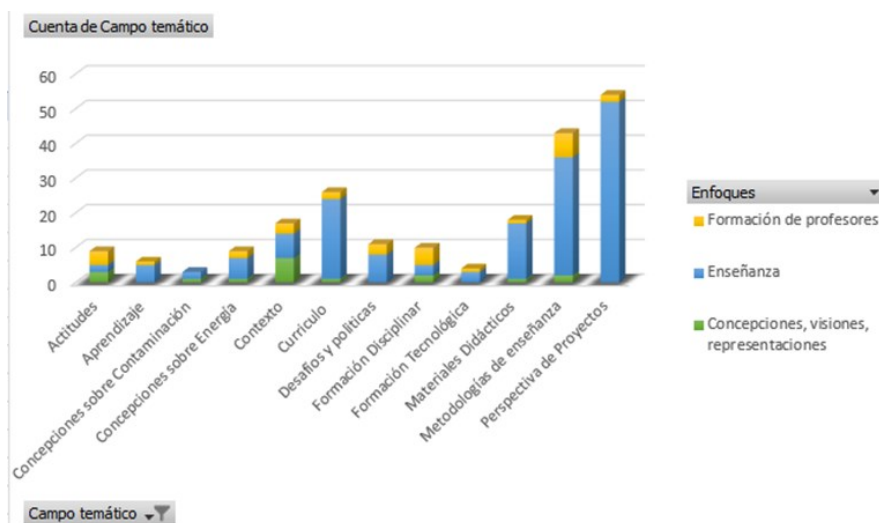


Tabla 1

Caracterización de los campos temáticos emergentes en cada enfoque

Enfoques Campos temáticos	Enseñanza (1E)	Formación de profesores (2E)	Concepciones, visiones, representaciones (3E)
Actitudes	-Cambio en el estilo de vida, valores y comportamientos. -Niveles de educación altos conducen a actitudes positivas hacia las fuentes de ER. -Actitud energética: predisposición de los ciudadanos hacia los desafíos y problemas energéticos actuales con responsabilidad social. De ahí la necesidad de establecer procesos de educación formal e informal en EER. (1%)	-Entornos de aprendizaje extraescolar tienen un efecto significativo en las actitudes de los futuros profesores hacia las fuentes de ER. -Actitudes que permiten incorporar conocimientos y valores proporcionando a los estudiantes las capacidades para abordar problemas relevantes de su vida cotidiana. (1,9%)	-Actitudes que permitan al público cuestionar y evaluar fortalezas y debilidades de las tecnologías de energía renovable, tomar decisiones. -Actitudes frente a fuentes de ER: amigables con el ambiente, no amenazan el mundo, ayudan a resolver problemas de demanda energética y debería enseñarse en la escuela. (1,4%)
Aprendizaje	- Un aprendizaje continuo, constructivo, social, situado y colaborativo, depende de factores emocionales y motivacionales, de las ideas preconcebidas y experiencias de vida, fortalecido con una evaluación formativa, permite que el estudiante: -Desarrollar conocimientos y competencias para planificar y tomar decisiones sobre soluciones de ER. -Actúe como un coproductor proactivo de conocimiento, que transforma el flujo de información en conocimiento personal. (2,4%)	-Los profesores que asumen la educación energética deben enfocar sus esfuerzos en preservar el ambiente favoreciendo un aprendizaje sobre el uso eficaz de los recursos energéticos del mundo en el presente y en el futuro. (0,5%)	
Currículo	-Un programa en EER incluye aspectos de las tecnologías energéticas; es flexible, dinámico, económicamente viable, coherente con las prioridades de la sociedad, y tiene un sistema de acreditación, que satisfagan las necesidades locales y específicas del contexto, que establezcan un equilibrio entre la teoría y los aspectos prácticos (Acikgoz, 2011). -planes de estudio para diferentes niveles educativos y audiencias, con la relevancia y continuidad que requiere la EER, articulando diferentes asignaturas (Ciriminna et al. 2016). - Introducir conceptos de ER como parte de los planes de estudio de ciencias. -Temáticas, competencias, objetivos, métodos, evaluación. (11%)	-Algunos docentes abordan el tema de las energías renovables en sus propuestas curriculares, como un tema de formación transversal. -La energía renovable como asignatura educativa está relacionada con la actividad investigadora de los profesores. - En la educación superior, el número de profesores que se ocupan en sus investigaciones del tema de las ER, aumenta constantemente (Lucas et al., 2018). (1%)	-La educación ambiental EA se insertó en el currículo escolar para contribuir a la formación de ciudadanos conscientes, capaces de decidir y actuar en la realidad socioambiental. - Los estudiantes creen importante incluir en el currículo una disciplina que promueva altos niveles de conciencia sobre las fuentes de ER (Kacan, 2015; Rosenzweig, 2016; Rahmawati et al., 2018). (0,5%)





Enfoques Cam- po temá-	Enseñanza (1E)	Formación de profesores (2E)	Concepciones, visiones, representaciones (3E)
Concepciones sobre Contaminación	-Reconocimiento de los impactos ambientales derivados de la demanda energética y la quema de combustibles fósiles: cambio climático, gases de efecto invernadero, alteración de ecosistemas. (1%)		-Conciencia colectiva sobre los impactos ambientales del sistema energético, cuya mitigación incluye el uso de ER y cambios en el estilo de vida. (0,5%)
Formación Disciplinar	-Enseñanza innovadora que forme técnicos, ingenieros, científicos, docentes y planificadores de energía, proporcionando un enfoque integrado y con oportunidades de investigación. -Carencia de habilidades para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de ER; desarrollo de dispositivos y tecnologías; brindar asesoramiento y asistencia a futuros clientes. (1,4%)	-Carencias de conocimiento sobre energía condicionan su labor profesional: no todo el que sabe, sabe enseñar... pero el que no sabe, tampoco es capaz de hacerlo. -Actualización sobre las innovaciones y áreas de investigación o desarrollo, para promover actitudes hacia las ER, a nivel escolar y en la vida cotidiana. (2,4%)	-Falta de comprensión sobre fuentes y tecnologías de ER. -La conciencia ambiental cataliza la reducción de emisiones y promueve una cultura del ahorro de energía. (1%)
Formación Tecnológica	-Abordar el uso y apropiación de la tecnología, su naturaleza, principios de funcionamiento y los impactos medioambientales de su producción, uso y desuso. -Adaptar la tecnología para resolver problemas reales. -La difusión de nuevas tecnologías y dispositivos puede verse obstaculizada debido a la falta de mano de obra capacitada.(1,4%)	-Actualización en el área tecnológica para: promover la inventiva tecnológica en los estudiantes, la investigación, la aplicación de dispositivos electrónicos y variables de diseño; respondiendo a necesidades socio productivas y sustentables derivadas del saber hacer en las ER. (0,5%)	
Metodologías de enseñanza	-Controversias socio-científicas. -Resolución de problemas reales. -Basada en la práctica, interesante e interdisciplinaria. -Adecuada al nivel de desarrollo de los estudiantes, sus expectativas y saberes previos. -A través de los medios de comunicación, exposiciones, ferias, conferencias, debates, cursos comunitarios, novelas, presentaciones públicas, discusiones, exhibiciones con modelos, juegos, proyectos de investigación, consultas, lecturas, pasantías, viajes al campo, experimentaciones, explicaciones previas, lecturas, construcción activa y cooperativa de artefactos, secuencias didácticas (Calderón y Aguirre, 2017; Canto et al., 2017). (16,2%)	-Permitir la reflexión, investigación y análisis sobre cómo desarrollar una EER interdisciplinaria. -Procesos de formación educativos, informativos e investigativos para ser guía del proceso de aprendizaje, plantear retos y técnicas educativas. (3,3%)	-Promoción de valores que deriven en cambios de comportamientos asertivos y en el logro de una ciudadanía concienciada y competente para gestionar los recursos energéticos y nuevas relaciones entre los seres humanos y el ambiente, que se articulan en las relaciones familia, escuela y comunidad. -Promover concepciones de tecnociencia como una construcción social, histórica y cultural, con carácter dinámico y evolutivo; regida por disputas, relaciones de riqueza y poder entre científicos y otros actores sociales que determinan la industrialización y comercialización de sus productos; apreciando el papel de factores socioculturales que intervienen en la investigación científica (Zeidler, 2014). (1%)

Enfoque			
Cam- po temá-	Enseñanza (1E)	Formación de profesores (2E)	Concepciones, visiones, repre- sentaciones (3E)
Contexto	-Promover la sensibilidad y conocimiento del contexto para facilitar la participación social activa, la autoeficacia para la toma de decisiones comunitaria y la resolución decisiva de problemas en materia de energía. (3,3%)	-Capacidad de traer al aula la realidad que hay fuera de ella; considerando conexiones inextricables entre la tierra, la justicia espacial y ambiental en contextos culturales. (1,4%)	-La sociedad determina la cultura y define el comportamiento de los sujetos, sus convicciones, creencias y actitudes frente al uso responsable de las fuentes de energía y el medio ambiente; contribuyendo a la acción social personal y colectiva en comunidades pluralistas e interculturales, locales, nacionales y globales; siendo empáticos frente a las problemáticas en materia de ER, escuchando de manera efectiva, poniendo en ejercicio virtudes y valores como la solidaridad, cooperación, diálogo de saberes, autonomía, espíritu crítico, y responsabilidad; poniendo el interés social por encima del económico; garantizando los principios y derechos universales; reflexionando frente a las acciones de la vida diaria (Martínez y Parga, 2013). (3,3%)
Perspectiva de Proyectos	-La construcción de dispositivos promueve momentos de reflexión y acción en torno al funcionamiento del artefacto, permitiendo explicar los conceptos, contribuyendo al aprendizaje, la motivación y el desarrollo de habilidades prácticas. -El estudiante debe asumir su papel activo como constructor de su propio conocimiento y solucionador de problemas (Halbi et al., 2017) quien marca el ritmo, los estilos y los alcances del aprendizaje (Gallego et al., 2018). -El proceso educativo basado en el ABP, requiere de tres etapas: i) Etapa Inicial de diagnóstico del contexto y la población, de planificación del proceso educativo (Muñoz et al, 2019); ii) Etapa de Desarrollo en el que se implementa las actividades de aprendizaje auténticas e interdisciplinarias (Karpudewan et al., 2015) que permiten el trabajo colaborativo y dan como resultado productos o artefactos (Castro y Oliveira, 2019); Etapa de Evaluación formativa y auténtica, que abre espacios de retroalimentación y reflexión acerca de los conocimientos, valores y la experiencia adquiridos, y las oportunidades de mejora (Vasiliene et al, 2020). (24,8%)	-Incentiva la construcción de dispositivos de bajo costo, dentro de un ambiente de formulación y desarrollo de proyectos. -El docente debe asumir el rol de orientador y guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, quien estimula, apoya y valora las iniciativas de los estudiantes creando un ambiente de confianza y colaboración (Clares y Alarcón, 2018). (1%)	

Enfoques Cam-ques temá-	Enseñanza (1E)	Formación de profesores (2E)	Concepciones, visiones, representaciones (3E)
Materiales Didácticos	-Acordes al contexto, que facilitan la adquisición de conocimientos de una manera participativa y lúdica, refuerzan la experimentación como base para el conocimiento científico (Bonza et al., 2008), motivan la curiosidad, la atención, la actitud hacia el aprendizaje (Craig-Hare et al., 2017). -Se proponen como materiales didácticos a utilizar en la EER: diapositivas multimedia con imágenes, chat, foros, blogs, juegos, animaciones y video-clips; sitios web, libros electrónicos, seminarios web, programas gratuitos (Islam y Amin, 2012); herramientas web interactivas (Jeong y González, 2019); laboratorios virtuales (Friman, 2017; Hammad et al., 2018); cartillas para la enseñanza de las ER (Arias y Tricio, 2014); construcción de artefactos o dispositivos de ER. -Enriquecidos mediante el uso de herramientas Web 2.0 (Saefullah et al, 2020), de fácil acceso, complejidad creciente, que motivan la interacción mediante experiencias multisensoriales (Nugraini, 2015). (7,6%)	-Escaso material que oriente al profesor sobre cómo EER, que favorezcan cambios en los planteamientos temáticos y metodológicos con un enfoque multidisciplinar que reconozca el contexto. -El profesor debe adaptar los materiales existentes a la realidad y necesidades de los estudiantes (Bonza et al., 2008). (0,5%)	-Materiales que motivan y generan cambios de actitud frente a la aplicabilidad de conocimiento adquirido. -El laboratorio permite construir relaciones y actitudes humanas. (0,5%)
Concepciones sobre Energía	-Falta claridad frente a los conceptos relacionados con la energía, las fuentes, tecnologías, procesos para su producción y obtención, capacidades limitadas para distinguir los recursos renovables de los no renovables. (2,9%)	-Falta claridad de maestros en formación frente a los conceptos relacionados con la energía, las fuentes, tecnologías, procesos para su producción y obtención, capacidades limitadas para distinguir los recursos renovables de los no renovables (1%)	-Aumentar los niveles de conciencia de los estudiantes y graduados sobre las fuentes de ER. -Altos niveles de conciencia en los padres contribuyen a mayores niveles de conciencia en los estudiantes sobre las ER. (0,9%)
Desafíos y políticas	-Falta de fondos disponibles en las instituciones de educación de los países en desarrollo (Broman, 1994; Garg y Kandpal, 1996). -Carencia al acceso de información en la población rural (Broman y Kandpal, 2011). - Niños rurales que nunca llegan a la escuela y otros que desertan. -Desajuste entre la oferta educativa y la demanda de la industria. -Convenios para fortalecer las propuestas de EER. -Interés de las mujeres en la EER, una oportunidad para contrarrestar la escasez de profesionales. -Apoyo político para generar cambios sociales hacia EER. (3,8%)	-Profesores que deben estar preparados para enfrentar los retos que representa el promover alternativas energéticas en las comunidades: erradicación de la pobreza, satisfacer las necesidades de energía de los ciudadanos menos favorecidos, particularmente en las regiones rurales y remotas, limitar los riesgos y la contaminación del ambiente. -Falta de políticas educativas, de escasez de profesores y formadores calificados, la falta de conocimientos para desarrollar planes de estudio en ER y la necesidad de experiencia para comprender el funcionamiento de las tecnologías de ER (Lucas et al., 2018) (1,4%)	

Conclusiones

En la revisión de antecedentes se caracterizaron los enfoques y campos temáticos de la producción académica en EER desde la perspectiva del ABP y de las CSC, en los últimos 10 años. Los resultados permiten evidenciar un énfasis en el enfoque de enseñanza con un 77% de representación, cuyos campos más abordados en la producción científica son: perspectiva de proyectos (24,8%), metodologías de enseñanza (16,2%) y currículo (11%); lo que permite inferir que: la investigación en EER se está situando en el avance hacia currículos flexibles, dinámicos, contextuales para todos los niveles educativos que involucren el desarrollo de innovaciones educativas diseñadas, aplicadas y evaluadas de manera colaborativa, asimismo, currículos que promuevan una formación integral e interdisciplinar, que fomenten habilidades y capacidades en los estudiantes para que participen colectivamente en la aventura de enfrentar problemas relevantes en materia de energía, en la construcción de conocimientos científicos generando alternativas de solución, tomando decisiones fundamentadas, y, facilitando la participación social activa, la autoeficacia y la reflexión acción frente a la construcción, funcionamiento, conceptualización de dispositivos de ER y el desarrollo de habilidades prácticas.

Por otro lado, se identificó campos temáticos en la enseñanza de las ER que requieren de mayor investigación; actitudes (1%), concepciones sobre contaminación (1%), formación disciplinar y tecnológica (1,4%), ya que son elementos necesarios para que los ciudadanos comprendan los problemas energéticos actuales y su relación con la contaminación ambiental y así, asuman su responsabilidad social frente a la conservación de los recursos renovables y no renovables, adapten su estilo de vida hacia la reutilización, el ahorro, la toma de decisiones relacionadas con los desafíos en materia de energía, al igual que; desarrollen aspectos ligados a las oportunidades de formación y desarrollo disciplinar, técnico y tecnológico que deben promoverse en la integración de políticas, educación e industria de las ER, lo que permitirá conformar la fuerza laboral y profesional que impulse este sector energético a nivel mundial.

Dichos elementos y otros como los aspectos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, el interés en el estudio de la ciencia y la participación, pueden ser abordados desde el trabajo con CSC, lo cual favorece una educación abierta y crítica (Martínez y Parga, 2013) permitiendo la comprensión desde una visión imparcial y realista de los impactos de las tecnologías de las ER en la vida diaria. Por otro lado, evaluando dimensiones éticas, sociales, económicas, políticas y ambientales y promoviendo acciones responsables como consumidor de nuevos productos y nuevas tecnologías, enfatizando en la calidad y no en la cantidad, se permitirá un análisis del consumismo en relación a la depredación de recursos naturales y energéticos; lo cual desarrollara habilidades que serán aplicables fuera del entorno escolar (Dishadewi et al., 2020); promoviendo declaraciones, solicitudes, implementación de proyectos, votaciones, etc., que lleven al mejoramiento de la calidad de vida (Solbes, 2019).

Sin embargo, para alcanzar los propósitos de la EER se requiere de la formación de profesores (enfoque con una representación del 15%) y de programas de formación inicial y continua de maestros que involucren el tema de la ER y la forma de enseñarlo; cuyos campos temáticos se constituyen como un terreno a ser explorado a mayor profundidad en la investigación de la EER, específicamente los de menor representación en este estudio que tienen que ver con concepciones sobre contaminación (0%), materiales didácticos (0,5%) y formación tecnológica (0,5%). Teniendo en cuenta que la superación de los desafíos, mencionados anteriormente, deben abordar las dificultades que en la práctica se le presentan al profesor, específicamente, las impuestas por el currículo oficial rígido que restringe la autonomía de los profesores, es necesario discutir: la falta de apoyo institucional y confianza personal, la falta de conexión entre la ciencia escolar, los temas controvertidos y el contexto (Mundim y Santos, 2012; Zeidler, 2014); la falta de tiempo, recursos, espacios y condiciones para el desarrollo de la investigación; la planificación y el desarrollo del aprendizaje centrado en el estudiante (Genisa et al., 2020); la falta de motivación e interés y las preconcepciones de los estudiantes y la existencia de visiones tradicionales sobre la tecnología y de incomprensiones acerca sus dimensiones (Martínez y Parga, 2013).

Por otro lado, el enfoque de concepciones, visiones y representaciones, con una representación del 8%, también requiere de una mayor investigación en todos los campos temáticos, particularmente en los de aprendizaje, formación tecnológica, perspectiva de proyectos y políticas, en los que no se obtuvo ninguna representación. De manera que, es fundamental que se evalúe las concepciones, ideas previas, percepciones, nivel de conocimiento y conciencia de los sujetos de la sociedad en todos los niveles educativos, acerca de estos elementos de la EER, con el fin de posibilitar el empoderamiento de la ciudadanía en el ejercicio de los valores, actitudes y comportamientos necesarios para el uso adecuado, justo y equitativo de los recursos naturales y energéticos, en pro del desarrollo sostenible de las naciones y de la promoción de fuentes limpias y renovables de energía.

Finalmente, los resultados obtenidos sobre la investigación en países desarrollados y en vía de desarrollo permite concluir que la EER es un tema en auge y de actualidad a nivel mundial que, a pesar de que en los países desarrollados existe una mayor producción académica al respecto, en países como Colombia (contexto objeto del estudio), la investigación en el campo va en aumento. En ese sentido, el contenido abordado en esta comunicación, sirve de justificación frente a la pertinencia del proyecto de investigación formulado y abre nuevas posibilidades de investigación en el campo de la EER.

Bibliografía

- Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608–611. doi: 10.1016/j.renene.2010.08.015
- Andersen, N. T. (1986). A Model for Renewable Energy Education. *Intersol Eighty-Five*, 85, 2242–2246. doi:10.1016/b978-0-08-033177-5.50421-x
- Arias, N. & Tricio, V. (2014). Energías renovables: una propuesta para su enseñanza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(3), 487-493.
- Ballesteros, V. A., & Gallego, A. P. (2019). Modelo de educación en energías renovables desde el compromiso público y la actitud energética. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(52), 27-42.
- Ballesteros, V.; Gallego, A.P. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en Ciencias. *Revista Científica*, 35 (2), 192-200. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.14869>
- Bardin, L. (2002). El análisis de contenido (tercera edición). Madrid: Akal.
- Besaure, S. (2019). Energías renovables en la realidad noticiosa: Secuencia didáctica para la enseñanza de las energías renovables mediante el trabajo de la reflexión en torno a conflictos sociocientíficos. *Revista Electrónica de Innovación en Enseñanza de las Ciencias REINNEC*, 7(6), 544-129. doi:10.5027/reinnec.V3.I2.64
- Berkovski, B., & Gottschalk, C. M. (1997). Strengthening Human Resources for new and Renewable Energy Technologies of the 21 Century. *Renewable Energy*, Vol. 10, No. 2/3, 441-450.
- Bofferding, L., & Kloser, M. (2014). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21(2), 275–294. doi:10.1080/13504622.2014.888401
- Bojic, M. (2004). Education and training in renewable energy sources in Serbia and Montenegro. *Renewable Energy*, 29(10), 1631–1642.
- Bonza, E. F., Fernández, F. H., Duarte, J. E. (2008). Estudio de la energía y el medio ambiente: una propuesta didáctica computarizada. *Revista TED*, 23, 7-15.
- Broman, L. (1994). On the didactics of renewable energy education — drawing on twenty years' experience. *Renewable Energy*, 5, 1398-1405.
- Broman, L. & Kandpal, T. C. (2011). PURE - Public Understanding of Renewable Energy. *World Renewable Energy Congress - Sweden*. Doi: 10.3384/ecp110572478
- Calderón, C. L. & Aguirre, J. (2017). Las celdas solares como alternativa pedagógica en la enseñanza de la electricidad. *Revista de Física*, 55, 44-56.
- Canto, J., Souza, R., Lotthammer, K., & da Silva, J. (2017). A utilização da Experimentação Remota como Ferramenta Pedagógica no ensino de Energia Renovável. *Integração De Tecnologias Na Educação: Práticas Inovadoras Na Educação Básica*, 1, 111-115.
- Castro, J. y Gallego, A. P. (2015). La educación energética, una prioridad para el milenio. *Revista Científica*, 21 (1), 111-120.
- Castro, G. G., & Oliveira, M. (2019). Projeto de um aerogerador didático. *Brazilian Journal of Development*, 5(11), 27751-27758.

- Çelikler, D., Yilmaz, A., & Aksan, Z. (2016). Determining the attitudes towards renewable energy sources of twelfth grade students attending different types of high schools. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 6, 103–113.
- Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Pecoraino, M., & Pagliaro, M. (2016). Rethinking solar energy education on the dawn of the solar economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 13–18.
- Clares, J. F., & Alarcón, M. (2018). El método de proyectos en la eso. aprendizaje de contenidos tecnológicos relativos a la energía en la educación secundaria obligatoria. *IV encuentro de ingeniería de la energía del campus mare nostrum*, (pág. 257-266). Murcia, España.
- Craig-Hare, J., Ault, M., & Rowland, A. (2017). The effect of socioscientific topics on discourse within an online game designed to engage middle school students in scientific argumentation. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(2), 110-125. DOI: 10.21891/jeseh.325783
- DeWaters, J., & Powers, S. (2009). Using a real-world, project-based energy module to improve energy literacy among high-school youth. *American Society for Engineering Education*, 1–14.
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Improving energy literacy among middle school youth with project-based learning pedagogies. *0°st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, (págs.58). Rapid City, Estados Unidos.
- Dishadewi, P., Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., & Nugraheni, A. R. (2020). Chemistry-based socio-scientific issues (SSis) as a learning context: an exploration study of biofuels. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-12. doi:10.1088/1742-6596/1440/1/012007
- Farrera, N., García-Ramos, O., Nango-Méndez, M., Gómez-Beltrán, C., Becerra-Gómez, P., Moreira-Acosta, J., & López de Paz, P. (2011). Aprendizaje basado en proyectos de impacto social con enfoque hacia el desarrollo sustentable. *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, (pág. 511). México.
- Fernández, L. C., Montiel, J., Millán, A., & Badillo, J. A. (2012). Producción De Biocombustibles a Partir de Microalgas. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo*, 101-115.
- Firme, R.N. (2020). Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 65-82.
- Flechas, O. (2019). El sector de energía eléctrica en Boyacá EBSA. Boyacá Radio. Recuperado de <https://boyacaradio.com/noticia.php?id=25229>
- Friman, H. (2017). New Trends in the Higher Education: Renewable Energy at the Faculty of Electrical Engineering. *Energy Procedia*, 115, 18–28.
- Gallego, A. P., Salamanca, J. E., & Ballesteros, V. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos, una experiencia de aula para la educación energética en estudiantes de ingeniería electrónica. *Revista TED. (Extraordinario)*, 1-7.
- Garg, H. P., & Kandpal, T. C. (1996). Renewable energy education: Challenges and problems in developing countries. *Renewable Energy*, 9(1-4), 1188–1193.
- Genç, M., & Akilli, M. (2019). The correlation between renewable energy knowledge and attitude: a structural equation model with future's educators. *Journal of Baltic Science Education*, 22(0), 200-879. Doi :<https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.866>

- Genisa, M. U.; Subali, B.; Djukri; Agussalim, A.; Habibi, H. (2020). Socio-scientific issues implementation as science learning material. *International Journal of Evaluation and Research in Education*. 9 (2), 311–317.
- Gerhátová, Ž., Perichta, P., & Palcut, M. (2020). Project-Based Teaching of the Topic “Energy Sources” in Physics via Integrated e-Learning—Pedagogical Research in the 9th Grade at Two Primary Schools in Slovakia. *Education Sciences*, 54(56), 715(5-18). doi:10.3390/educsci10120371
- Gomes, E. T., Júlio, É. F., Pereira, C. W., Gouveia, W. R., Pereira, J. P., & Correia, F. C. (2020). Construção e testes de fogões solares com materiais recicláveis – ensino de energia renovável baseado em aprendizagem ativa. *VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar*, (págs. 5-9). Fortaleza, Brasil.
- Grupo de Investigación XUE (2020). Potencial energético eólico para la Región Central. Convenio Interadministrativo 080 de 2019. Región Administrativa y de Planeación Especial RAP-E –Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Güven, G., & Sulun, Y. (2017). Pre-service teachers’ knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 663–668. doi:10.1016/j.rser.2017.05.286
- Halbi, I., Banner, I., tuchin, B. S., Einav, Y., & Friman, H. (2017). Renewable Energy by Project-Based Learning. The 2017 *International Multidisciplinary Research Conference* (pág. 57). Berlin: ICBTS Copyright.
- Hammad, B., Al-Zoubi, A., & Castro, M. (2018). Harnessing technology in collaborative renewable energy education. *International Journal of Ambient Energy*, 1–8. doi:10.1080/01430750.2018.1501751
- Hernández, T. Z., Fuentes, A. P., Tafur, J. C., Figueroa, B. B., & Castro, J. P. (2014). Demostraciones prácticas de los retos y oportunidades de la producción de bioetanol de primera y segunda generación a partir de cultivos tropicales. *Educación Química*, 25(2), 122-127.
- Izgi-Onbasili, U. (2020). Investigation of the effects of out-of-school learning environments on the attitudes and opinions of prospective classroom teachers about renewable energy sources. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 6(1), 35-52. DOI:10.21891/jeseh.670049
- Islam, M., & Amin, M. R. (2012). Renewable-Energy Education for Mechanical Engineering Undergraduate Students. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 40(3), 207–219. doi:10.7227/ijmee.40.3.5
- Jaber, J. O., Awad, W., Rahmeh, T. A., Alawin, A. A., Al-Lubani, S., Dalu, S. A., ... Al-Bashir, A. (2017). Renewable energy education in faculties of engineering in Jordan: Relationship between demographics and level of knowledge of senior students. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 452–459.
- Janghwan, K., Wonsub, S., & Donghoon, S. (2015). Effects on Energy Education Utilizing the Creative Activities program for Elementary School Students' Energy. Changing Climate Awareness and Attitudes. *Educación sobre energía y cambio climático*, 5 (2), 185-191.
- Jennings, P. (2009). New directions in renewable energy education. *Renewable Energy*, 34(2), 435–439. doi:10.1016/j.renene.2008.05.005
- Jennings, P., & Lund, C. (2001). Renewable energy education for sustainable development. *Renewable Energy*, 22(1-3), 113–118. doi:10.1016/S0960-1481(00)00028-8

- Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2019). A web-based tool framing a collective method for optimizing the location of a renewable energy facility and its possible application to sustainable STEM education. *Journal of Cleaner Production*, 119747.
- Kacan, E. (2015). Renewable energy awareness in vocational and technical education. *Renewable Energy*, 76, 126-134.
- Kandpal, T. C., & Garg, H. P. (1998). Renewable energy education for technicians/mechanics. *Renewable Energy*, 14(1-4), 393-400.
- Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324.
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2016). Secondary School Students' Understanding of Science and Their Socioscientific Reasoning. *Research in Science Education*, 47(4), 755-782. doi:10.1007/s11165-016-9527-9
- Karatepe, Y., Neşe, S. V., Keçebaş, A., & Yumurtacı, M. (2012). The levels of awareness about the renewable energy sources of university students in Turkey. *Renewable Energy*, 44, 174-179. doi:10.1016/j.renene.2012.01.099
- Karpudewan, M., Ponniah, J., & Md. Zain, A. N. (2015). Project-Based Learning: An Approach to Promote Energy Literacy Among Secondary School Students. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(2), 229-237.
- Kilinc, A., Demiral, U., & Kartal, T. (2017). Resistance to dialogic discourse in SSI teaching: The effects of an argumentation-based workshop, teaching practicum, and induction on a preservice science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6), 764-789. doi:10.1002/tea.21385
- Kinslow, A. T., Sadler, T. D., & Nguyen, H. T. (2018). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research*, 1-23. doi:10.1080/13504622.2018.1442418
- Korganci, N., Miron, C., Dafinei, A., & Antohe, S. (2016). STEM activities to explore high school students' perception of solar energy. *The 9th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, (págs. 643-214). Bucharest, Rumania.
- Leal, W., Shiel, C., y Do Paço, A. (2015) Integrative approaches to environmental sustainability at universities: an overview of challenges and priorities, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 12:1, 1-14.
- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 5(69), 1-9.
- Levinson, R. (2018). Introducing socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL). *Science and society*, 100(371), 31-35.
- Lucas, H., Pinnington, S., & Cabeza, L. F. (2018). Education and training gaps in the renewable energy sector. *Solar Energy*, 173, 449-455.
- Mälkki, H., & Alanne, K. (2017). An overview of LCA an overview of life cycle assessment (LCA) and research-based teaching in renewable and sustainable energy education. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 218-231.
- Martín, C., & Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socio-scientific issues on energy: a quantitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 1-21. doi:10.1080/02635143.2018.1427568

- Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné Episteme y Didaxis*. (36), 77 - 94.
- Martínez, L., & Parga, D. (2013). Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: Aportes para la formación del profesorado. 1ª.ed. Bogotá: Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional. 100 p.
- Mayasari, T., Susilowati, E., & Winarno, N. (2019). Practicing integrated STEM in renewable energy projects: solar power. *Journal of Physics: Conference Series*, 1–8. doi:10.1088/1742-6596/1280/5/052033
- Mendes, L. F. & Souza, G. (2018). Energia renovável ou energia “limpa”? Uma busca pela percepção conceitual nos alunos do curso técnico em Meio Ambiente. *Vertices*, 20 (3), 408-427. DOI: 10.19180/1809-2667.v20n32018p408-427
- Merritt, E. G., Bowers, N., & Rimm-Kaufman, S. E. (2019). Making connections: Elementary students’ ideas about electricity and energy resources. *Renewable Energy*, 138, 1078-1086. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.047>
- Miralles, J. (2012) Educar en el ámbito de la eficiencia energética y las renovables. *Aula verde: revista de educación ambiental*, 40, 8-9.
- Moalosi, R., Oladiran, M. T., & Uziak, G. J. (2012). Students’ perspective on the attainment of graduate attributes through a design project. *Global Journal of Engineering Education*, 14(1), 40–46.
- Molina, A., Mojica, L., & López, D. (2005). Ideas de niños y niñas sobre la naturaleza: estudio comparado. *Revista Científica* (7), 41-62.
- Mundim, J. V., & Santos, W. L. (2012). Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência & Educação*, 18(4), 787-802.
- Muñoz, Y. A., Acevedo, C. Y., & Pinto, M. A. (2019). Formación por competencias en Energías Renovables aplicando Aprendizaje Basado en Proyectos. En Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento. (pág. 315-330). Colombia: Corporación CIMTED.
- Nugraini, S. H. (2015). Students’ perception and perceived effectiveness toward e-av biology courseware for learning about renewable energy. *International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology*, 4(2), 586–593.
- Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B., & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 92–97. doi:10.1016/j.rser.2017.05.144
- Oluoch, S., Lal, P., Susaeta, A., & Vedwan, N. (2020). Assessment of Public Awareness, Acceptance and Attitudes towards Renewable Energy in Kenya. *Scientific African*, 512. doi:10.1016/j.sciaf.2020.e00512
- Ordóñez, V. H. (2017). Competencias Investigativas Dirigidas a los Profesores de Ingeniería Eléctrica, desde un Modelo de Energía Alternativa. *Revista Científica*, 2 (5), 283-303.
- Ott, A., Broman, L., & Blum, K. (2018). A pedagogical approach to solar energy education. *Solar Energy*, 173, 740–743. doi:10.1016/j.solener.2018.07.060
- Ožvodlová, M. & Gerhátová, Ž. (2013). Energy and its Transformation—Primary School Project Based Education Using Integrated E-learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 89, 5–9.

- Painter, D., & Liyanapathirana, R. (2018). Project-based learning in engineering : study of renewable energy targets. *Proceedings Of The 1st International Conference On Advancements In Engineering Education (Icaeed-2018)*, 03-06 December 2018, Sydney, Australia, 188-197.
- Pecen, R., Hall, T., Chalkiadakis, F., and Zora, A. (2003). "Work in Progress - Renewable Energy Based Capstone Design Applications for an Undergraduate Engineering Technology Curriculum" *Proceedings of 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, (págs. 21-27). Estados Unidos.
- Pedrés, G. & Martínez, M. P. (2001). Las energías renovables, la ingeniería y el medio ambiente. Un enfoque interdisciplinar. *Res Novae Cordubenses*, 1, 171-293.
- Pérez-Parada, J. A., Vides-Herrera, C. A. & Torres-Chávez, I. (2017). Implementación de un sistema fotovoltaico On Grid sobre una estructura de dos ejes controlada, para la promoción de Fuentes no convencionales de Energía Renovables en el Colegio Gonzalo Jiménez Navas de Floridablanca - Santander, Colombia. *Revista de Investigación*, 41(92), 56-73.
- Petit, M., Solbes, J., & Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29), e11550. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>
- Porras, H., Martínez, A. & Herrera, M. (2018). Un análisis de las implicaciones de la falta de cobertura de energía renovable no convencional en Colombia. *Inventum*, vol. 13, no. 25, pp. 41-52.
- Posso, F. (2002). Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: sistema Energético basado en energías alternativas. *Geoenseñanza*, 7(1), 54-73.
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D. B. Witzig, S. B., izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22 (1), 26-32
- Pro-Bueno, A.; Martínez, R. N. (2017). Cómo usan el conocimiento científico los futuros maestros al leer una noticia de prensa sobre vehículos híbridos. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*, N.º Extraordinario, 637-643.
- Prochnow, T. R., da Rocha Pietzsch, M., Façanha, E. & Farias, E. (2013) Educação Para A Sustentabilidade: Uma Proposta De Ensino Utilizando A Energia Eólica Como Tema Gerador Nos Anos Iniciais. 1º Encontro De Ciências Em Educação Para A Sustentabilidade, 1-10.
- Quintana, A., Páez, J. y Téllez, P. (2018). Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables. *Pedagogía y Saberes*, 48, 43-57.
- Rahmawati, Y., Sonhadji, A., Machmud-Sugandi, R., & Afandi, A. (2018). The necessity of teaching renewable energy (RE) at engineering schools. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 16(4), 410-414.
- Recompensa, L., Días, D., Zabala, A., y Ramos, P. (2008). Biocombustibles: ¿Una estrategia de desarrollo o de mercado lucrativo sostenible? *Polis, Universidad Bolivariana*, 021, 1-17.
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
- Rocha, L. J. (2018). Monografía de estudio: Minería del carbón en Boyacá y sus impactos ambientales. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

- Rosenzweig, Z. (2016). Collaboration U: Where renewable energy and higher education converge. *Renewable Energy Focus*, 17(4), 145–146. doi:10.1016/j.ref.2016.07.005
- Ružinsky, M., Smola, A., Takács, J., Šály, V., Ružinská, D., Darul'a, I., ... Gašparovsky, D. (1996). Renewable energy R & D, education and training at the Slovak Technical University. *Renewable Energy*, 9(1-4), 1199–1202.
- Saefullah, A., Saefullah, A., & Nulhakim, L. (2020). Reconstruction of Teaching Materials with SocioScientific Issues Context on Source of Energy Content. *Journal of Physics: Conf. Series*, 5-6. doi:10.1088/1742-6596/1467/1/012022
- Sakschewski, M., Eggert, S., Schneider, S., & Bögeholz, S. (2014). Students' Socioscientific Reasoning and Decision-making on Energy-related Issues—Development of a measurement instrument. *International Journal of Science Education*, 36(14), 2291–2313. doi:10.1080/09500693.2014.920550
- Sánchez, G., Moreno, M. A., & Beltrán, R. (2018). Aprendizaje basado en proyectos como una estrategia para mejorar el emprendimiento. *Revista Electrónica Anfei Digital*, 1-10.
- Santos, D., Alonso-Martinez, J., Eloy-Garcia Carrasco, J., & Arnaltes, S. (2012). Problem-Based Learning in Wind Energy Using Virtual and Real Setups. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 126–134. doi:10.1109/te.2011.2151195
- Soeiro, S., & Ferreira, M. (2020). Renewable energy community and the European energy market: main motivations. *Heliyon*, 6(7), e04511. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e04511
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. (46), 81-99.
- Stephenson, J. (2017). What does energy mean? An interdisciplinary conversation. *Energy Research & Social Science*, 26, 103–106. doi:10.1016/j.erss.2017.01.014
- Tati, T., Firman, H., Riandi, R., & Permanasari, A. (2017). The Impact of STEM Project-Based Learning Toward The Change of Students' Attitude on Energy Topic. *International Conference on Science Education*, (págs. 192-197). Surabaya, Indonesia.
- Tilca, F., Durán, R., Cabrera, J., Díaz, A., Yurquina, A., Martínez, E., . . . Cortez, M. (2016). Experiencias en proyectos de extensión de energías renovables en Salta. XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES). 4, págs. 12.83-12.90. Argentina: ASADES.
- Torres-Merchán, N. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna Azúl*. 32, 45-51.
- Tortop, H. S., & Özek, N. (2013). Proje tabanlı öğrenmede anlamlı alan gezisi; güneş enerjisi ve kullanım alanları konusu. *H. U. Journal of Education*, 44, 300-307.
- Trieb, F., & Blum, K. (1994). Renewable energies education kit. *Renewable Energy*, 5(5-8), 1419–1421. doi:10.1016/0960-1481(94)90183-x
- Ulazia, A., & Ibarra-Berastegi, G. (2020). Problem-Based Learning in University Studies on Renewable Energies: Case of a Laboratory Windpump. *Sustainability*, 12, 1–15. doi:doi:10.3390/su12062495
- Vasiliene, V., Vasiliauskas-Vasilis, A., Meidute-Kavaliauskiene, I. & Sabaityte, J. (2020). Peculiarities of educational challenges implementing project-based learning. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 12(2), 136-149. <https://doi.org/10.18844/wjet.v12i2.4816>

- Vilches, A., Gil Perez, D., Toscano, J.C. y Macias, O. (2014). La transición energética. Una Nueva Cultura de la Energía [artículo en línea]. OEI. ISBN 978-84-7666-213-7. <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=023>
- Wrobel, F. C. M. (2015). O papel da educação ambiental no estudo das fontes renováveis de energia nas escolas brasileiras. *Interfaces Científicas - Direito*, 3(2), 73-87. <https://doi.org/10.17564/2316-381X.2015v3n2p73-87>
- Yang, Y., & Li, L. (2013). Exposing Engineering Students To Renewable Energy Through Hands-On Experiments. *American Journal of Engineering Education*, 4(2), 127-140.
- Zabala, C. C. & Gallego, A. P. (2018). Fortalecimiento de competencias investigativas por medio de elaboración de propuestas sobre energías renovables. *Revista TED*, Numero Extraordinário, 1-7.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research and Practice. In *Handbook of Research on Science Education*, edited by S. K. Abell and N. G. Lederman, 697–726. New York: Routledge.
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 45, 78–85. doi:10.1016/j.renene.2012.02.002
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., & Pelkonen, P. (2014). Secondary school teachers' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 62, 341–348. doi:10.1016/j.renene.2013.07.033