

# REVISTA TIA

- Revista TIA - Tecnología, Investigación y Academia -  
Publicación Facultad de Ingeniería y Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada - RITA

**Educación en energías renovables no convencionales para una mejor perspectiva ambiental**

**Autor (es): Jorge Enrique Salamanca Céspedes y Adriana Patricia Gallego Torres**

**Citar:**



# Educación en energías renovables no convencionales para una mejor perspectiva ambiental

## *Non-conventional renewable energy education for a better environmental perspective*

Jorge Enrique Salamanca Céspedes 1 y Adriana Patricia Gallego Torres 2<sup>1</sup>

**Resumen.** El rápido desarrollo y reducción de costos de las energías renovables dan origen a una propuesta de modelo de transición energética que mitigue la problemática del medio ambiente suministrando energías limpias que promueven la reducción del uso de combustibles fósiles, acceso más democrático a la energía y un paso esencial hacia el desarrollo sostenible. Para este trabajo de investigación se ha aplicado una metodología de cuatro etapas, Problematizar, Analizar, Implementar y Evaluar - PAIE, esta implica a los participantes en la permanente reflexión, realimentación y evaluación como sujetos activos en el proceso de formación. Este documento presenta un avance del proyecto de investigación de tesis doctoral del Doctorado Interinstitucional en Educación - DIE - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - UDFJC.

**Abstract.** The fast development and cost reduction of renewable energies give rise to a proposal for an energy transition model that mitigates environmental problems by supplying clean energies that promote the reduction of fossil fuels use, more democratic access to energy and a essential step towards sustainable development. For this research work, a four-stage methodology has been applied, Problematize, Analyze, Implement and Evaluate - PAIE, this involves the participants in permanent reflection, feedback and evaluation as active subjects in the training process. This document presents a preview of the doctoral thesis research project of the Interinstitutional Doctorate in Education - IDE – Universidad Distrital Francisco José de Caldas - UDFJC.

**Palabras clave.** Educación en Energías Renovables, Sostenibilidad, Educación en Ingeniería y Soberanía Energética.

**Key Words.** Renewable Energy Education, Sustainability, Engineering Education and Energy Sovereignty.

### Introducción

El agotamiento de los recursos energéticos de origen fósil y los efectos sobre el medio ambiente debido a su uso indiscriminado se han convertido en un problema de carácter global (Andersen N, 1986; Broman

1 Mesa de Ciencias Ambientales Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magister en Teleinformática, Estudios Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jsalamanca@udistrital.eu.co

2 Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Doctora en Ciencias Físicas Didáctica de las Ciencias Universitat De Valencia, adpgallegot@udistrital.eu.co

L, 1994; Van Der Linde, H A. 1994; Jennings, P. et al., 2001; Bhattacharya S C, 2001; O'Mara K y Jennings P, 2001; Gil D et al., 2003; Milorad B, 2004; Lovelock J, 2007; Gil D y Vilches A, 2007, 2008a, 2008b, 2009, 2014; Jennings P, 2009; Devine-Wright P, 2013; Stephen E, 2013; Vilches A, et al., 2014; Olson-Hazboun S.K., et al., 2016; Tang T, 2016; Broman L. and Kandpal T, 2014, 2016; Aadu Ott, et al., 2018). La crisis energética mundial golpea con mayor impacto a los países en vía de desarrollo, mala calidad de vida está asociada con difícil acceso a energía de calidad y a precios razonables (Van Der Linde, H A. 1994; Garg H P and Kandpal T C, 1998; Jennings P, Lund C, 2001; Bhattacharya S C, 2001; Jennings P, 2009; Stephen E, 2013; Vilches A, et al., 2014; Cao X, et al., 2016; Olson-Hazboun S.K., et al., 2016; Tang T, 2016; Broman L. and Kandpal T, 2014, 2016; Aadu Ott, et al., 2018). La tierra es un sistema vivo que se autorregula, por lo tanto, debemos pensar en el bienestar de la tierra y no solo en el de los humanos, se debe hacer un esfuerzo para evitar el consumo de combustibles fósiles de manera tal que estos se puedan remplazar por energías más limpias y seguras (Lovelock, 2007; Wei, M., et al., 2009; Pedro et al., 2010; Lienhoop N., 2018).

Por otra parte, el panorama mundial de las energías renovables, en el mundo, en Latinoamérica y en Colombia muestra que las Energías Renovables - ER son el sector de más rápido crecimiento en el mundo y su desarrollo tiene impactos positivos en economía, educación e investigación (Evans-Pritchard, A., 2014; Robles A Carlos y Rodríguez O, 2018; REN21, 2019). Los costos de las ER son cada vez más bajos. En el último reporte global presentado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés) en el 2019, se muestra que aproximadamente el 25% de la energía a nivel mundial, para un crecimiento del 7,6% y una nueva capacidad agregada de 176 gigavatios (GW), ha sido producida con base en – ER (Avila, E., Cruz, M., & Nuñez, G., 2010; PNUMA, Frankfurt School-Centro, 2014; IRENA, 2019; GWEC, 2019; REN21, 2019).

Así mismo, es imperativo formular modelos educativos orientados a las ER, según lo planteado por diferentes investigadores, el sector se desarrolla rápidamente y demanda programas de educación dirigida a todos los actores de la sociedad en pro de su promoción y apropiación desde una perspectiva de la conciencia ambiental, la comprensión y el compromiso con las tecnologías renovables emergentes (Andersen N, 1986; Broman L, 1994; Garg H P and Kandpal T C, 1994; O'Mara K y Jennings P, 2001; Pushendra K, et al., 2002; Cao X, et al., 2016; Tang T, 2016; Olson-Hazboun S.K., et al., 2016; Adu Ott, et al., 2018). Por lo tanto, existe la necesidad de impulsar desde programas de ingeniería la EERNC para el desarrollo y adaptación de estas tecnologías, en países subdesarrollados esta es una necesidad urgente (Andersen N, 1986; Broman L, 1994; Milorad B, 2004; Jennings P, 2009; Broman L y Kandpal T, 2011; Tang T, 2016). El proyecto curricular de Ingeniería Electrónica de la Universidad Distrital tiene los recursos humanos y tecnológicos para trabajar en temas de educación en TER con énfasis en eólica principalmente y solar, entre otras.

### **Marco teórico**

Los referentes teóricos y conceptuales que se constituyen en base de este proyecto de investigación y se han determinado a partir de la revisión bibliográfica, se presentan a continuación.

### **Educación En Energías Renovables No Convencionales – EERNC**

La educación en energías renovables no convencionales – EERNC, es un paradigma emergente que busca promover y crear conciencia, comprensión y compromiso de los ciudadanos con las energías renovables no convencionales, las tecnologías asociadas a ellas, las actitudes y valores frente a las mismas para que de esta forma se adquiera una posición informada y crítica mediada por la educación con el propósito de fomentar el uso, desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías de ERNC (Garg H.P., Kandpal T.

C., 1991; Garg H.P., Kandpal T. C., 1992; Garg H.P. and Kandpal T. C. 1996; Garg H. P., Kandpal T. C., 1998; Ballesteros, Gallego, & Salamanca, 2018a).

Las energías renovables no convencionales – ERNC, de acuerdo con REN 21 (Red de Energías Renovables para el siglo XXI) e IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables) son las siguientes, Bioenergía (biomasa, biogás y biocarburantes), Solar, Eólica, Geotérmica, Hidráulica, Mareomotriz. Es de aclarar y como postura personal que, solo las pequeñas centrales hidro de menos de 20MW) se consideran renovables no convencionales.

Según reportan los diferentes investigadores, actualmente la EERNC en diferentes universidades del mundo se caracteriza por una falta de uniformidad en términos de duración, cursos, énfasis en la investigación, etc. Es necesario establecer pautas y estándares con respecto a los programas académicos y establecer un sistema de acreditación, preferiblemente global, de EERNC en diferentes disciplinas y departamentos académicos (Kandpal y Broman, L., 2000; Bhattacharya, 2001; Mercer, Sabau, & Klinke, 2017). Según reporte de S.C. Bhattacharya en el nivel universitario, se ha sugerido que hay tres atributos particularmente importantes que deben poseer los graduados en ingeniería, son estos: (i) capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería; (ii) capacidad de diseñar y realizar experimentos; y (iii) capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Teniendo en cuenta la forma en que se enseña actualmente la energía renovable en las universidades, es probable que los atributos anteriores se alcancen solo en algunos de los programas de ingeniería que involucran las ER (Bhattacharya, 2001; Martin & Chebak, 2016). Por lo tanto, el papel de la EER debe ser educativo, informativo, investigativo e imaginativo. La educación en energía renovable debe tener a toda la población como su público objetivo. Varios investigadores se proponen como objetivos de la EERNC (McVeigh 1982; Berkovski 1997; Shah, 1990; Garg y Kandpal, 1996), los siguientes:

- Generar conciencia entre los estudiantes sobre la naturaleza y la causa de la crisis energética actual.
- Hacer que los estudiantes conozcan los diversos tipos de fuentes de energía no renovables y renovables, el potencial de sus recursos y las tecnologías existentes para aprovecharlos.
- 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.
- Lograr que los estudiantes comprendan las consecuencias de las políticas relacionadas con la energía y las energías renovables.
- Permitir y animar a los estudiantes a participar en diferentes estrategias de proyectos y retos para resolver la crisis energética local y global.

Dado que la mayoría de países en desarrollo realiza esfuerzos considerables ante la creciente demanda de energía, uso óptimo de combustibles fósiles y explotación de fuentes de energía nuevas y renovables, sin que se produzcan buenos resultados, algunos expertos han considerado que las barreras tecnológicas, económicas, socioculturales e institucionales, individualmente o colectivamente, han sido las principales causas de los fracasos (Garg, H. P., 1996; T. C. Kandpal & Garg, 1999; Broman L. y Kandpal, 2011; Tara C. Kandpal T. C. y Broman, 2014). La EER, en diferentes niveles de educación formal como las ingenierías, no formal y otros mecanismos de educación de la población en general es una de las más importantes y efectivas estrategias para superar las barreras antes planteadas (H P Garg, 1994, 1996; T.C Kandpal & Garg, 1999; Lund & Jennings, 2001).

Por lo que los programas de formación en Energías Renovables, especialmente en países en desarrollo deben ser acordes a su contexto pero con una profunda mirada a directrices globales (Mara y Jennings, 2001; Tara C. Kandpal & Broman, 2014; Manuel & Crespo, 2014; Kacan, 2015; Tara C Kandpal & Broman, 2016), por tanto, según los investigadores se deben tener en cuenta algunos puntos importantes en

los programas universitarios de EER, que se pueden adaptar a programas de formación de ingenieros en el contexto de nuestro país, estos son:

- i. Los estudiantes de ingeniería, harán parte de un programa interdisciplinario con antecedentes académicos y profesionales heterogéneos, por lo que la estructura y contenidos de los cursos sean desafiantes pues serán vistos por primera vez.
- ii. La energía influye en la economía, la vida y sus usos finales, todos los aspectos relevantes de la energía y sus tecnologías no se pueden cubrir en pregrado, por tanto, es necesario ofrecer cursos de posgrado.
- iii. Debido al rápido desarrollo de las energías renovables se debe agilizar la formación de ingenieros y todo tipo de personal calificado, esta es una posibilidad de solución al desempleo y la creación de empresa.
- iv. La EER es una disciplina que evoluciona rápidamente, por lo que cualquier estructura curricular debe ser lo suficientemente flexible como para actualizarse y modificarse en el futuro.
- v. Los proyectos curriculares deben guardar equilibrio entre la teoría y la práctica pensando en proporcionar mano de obra competente, por lo que se deben incluir conferencias, laboratorios, demostraciones, diseño, fabricación, resolución de problemas, prácticas empresariales, etc.
- vi. Es pertinente que los programas de formación tengan una perspectiva global tal que permita la interacción de esfuerzos en la misma dirección y el intercambio de experiencias. Sin embargo, no debe dejar de lado las problemáticas y requerimientos locales.
- vii. En países en desarrollo se debe considerar la inversión económica de programas de EER, este tema puede presentar restricciones financieras dada la adquisición de equipos e instalaciones adecuadas.
- viii. Existen diferentes tipos de organizaciones que apoyan proyectos de desarrollo a nivel mundial, como la UNESCO, que podrían ser tenidos en cuenta para solventar el tema financiero.

Adicionalmente, desde el proyecto de cátedra UNESCO (Berkovski Boris y Gottschalk M., Charles, 1997; Acikgoz, 2011; Manuel & Crespo, 2014; Sovacool et al., 2015; Kayahan Karakul, 2016; Felgueiras, Rocha, & Caetano, 2017), se plantean como objetivos principales para un programa de enseñanza de EER, los siguientes:

- a) Proporcionar mano de obra especializada en el área de ER que pueda enfrentar de manera competente los desafíos emergentes de la interacción energía-economía-ambiente aportando soluciones efectivas.
- b) Ofrecer oportunidades de EER a diferentes tipos de estudiantes para que se formen en el campo de las ER adquiriendo conocimiento relevante en temas interdisciplinarios de las renovables.
- c) Formar personal calificado con sólidos conocimientos en temas avanzados, tales como conversión y utilización de la energía, transferencia de calor y masa, economía de tecnologías energéticas, instrumentación y control, etc.
- d) Ofrecer temas especializados de provecho particular para estudiantes con algún interés en el campo de ER.

### **Conciencia en energías renovables**

Es evidente que las naciones se están uniendo no solo para formular prácticas industriales sostenibles sino también para crear condiciones de vida sostenibles, programas de educación juegan un papel de

mediación muy importante. Entre los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), abordar el cambio climático ha sido uno de los principales desafíos desde la perspectiva de las directivas políticas en los países desarrollados y en desarrollo (Baumeister, 2018; Bisbis et al., 2018).

Durante las últimas dos décadas, un aumento en la conciencia de los problemas ambientales globales se ha hecho evidente en la mayoría de los países industriales del mundo, llegando también a algunos de los países del tercer mundo. La evidencia científica ha proporcionado al público hechos de que las amenazas ambientales son eminentes si no se toman precauciones y medidas de mitigación a nivel nacional e internacional (Takala 1991).

La conciencia ambiental juega un papel importante en el fortalecimiento del desarrollo sostenible de cualquier país. En 1987, el Informe Brundtland “Nuestro futuro común”, publicó el primer análisis en profundidad sobre el desarrollo sostenible, el informe concluyó que los gobiernos deberían implementar estrategias sobre cómo reducir mejor el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente para las generaciones futuras (The Brundtland Report 1987). El desarrollo sostenible se puede definir como desarrollos que se pueden mantener y que satisfacen las necesidades del presente sin dañar el medio ambiente o comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (The Brundtland Report 1987; Dale y Hill 2001; O’Neil et al. 2001; Giddings et al. 2002; Gobierno de Australia Occidental 2003). Jianguo (2004) declaró que “la conciencia ambiental de un lado y la calidad ambiental por otro, son indicadores importantes para juzgar cuán civilizada es una nación o raza”.

Las opiniones ambientales suelen ser más consientes entre la generación más joven del mundo (Fien et al. 2002). Lo que se puede explicar debido a que la educación ambiental es obligatoria en las escuelas primarias de la mayoría de los países desarrollados y algunos de los países del tercer mundo, según estudios realizados para determinar los niveles de conciencia ambiental entre diferentes grupos de personas de algunos países, es importante que todos los países miren hacia el futuro y planifiquen programas de educación y capacitación respecto de los problemas ambientales que sus ciudadanos enfrentarán en las próximas décadas. (Kassas 1997; De Carvalho et al. 1998; Young 2000; Chan 2000; Herremans y Reid 2002; Rose y Bridgewater 2003; Hongyan 2003; Lumley y Armstrong 2004; Staniskis y Stasiskiene 2006).

Stapp y col. (1969) definió la educación ambiental, “dirigida a producir una ciudadanía que conozca el entorno biofísico y sus problemas asociados, que sepa cómo ayudar a resolver estos problemas y esté motivado para trabajar en su solución”. En consecuencia, Conciencia Ambiental se define como una combinación de motivación, conocimiento y habilidades (Stapp et al., 1969; Harju-Autti Pekka y Kokkinen Eevi, 2014).

La motivación para tratar de mejorar el medio ambiente se basa en valores y actitudes. En psicología social, los valores son los criterios “para guiar la acción para desarrollar y mantener actitudes hacia objetos y situaciones relevantes” (Rokeach, 1968).

El conocimiento podría definirse simplemente como conocimiento de hechos, verdades o principios. El conocimiento que las personas tienen sobre su entorno es fundamental para el desarrollo de su Conciencia Ambiental. Comprender las relaciones causa-efecto dentro de nuestro entorno es especialmente importante (Worthy 2008).

Se necesitan habilidades para actuar de manera que mejoren el medio ambiente. Aprender habilidades



prácticas adecuadas, como el reciclaje, requiere tiempo y esfuerzo, tanto de individuos como de sociedades. Elevar la conciencia ambiental, no es tarea fácil, se sabe que los viejos hábitos son difíciles de cambiar (Biel, 1999).

## **Investigación en Educación en Ingeniería - IEI**

Los rápidos cambios en la empresa de ingeniería mundial están creando una razón convincente para que se reconsidere cómo se debe educar a las futuras generaciones de ingenieros (NSF, 1995; Review Report, Institution of Engineers, 1996). Según *The Engineer of 2020* (National Academy of Engineering, 2004), el graduado de mañana necesitará contribuir de manera colaborativa con su experiencia a través de múltiples perspectivas en una economía global emergente impulsada por una rápida innovación y marcada por un sorprendente ritmo de avances tecnológicos. El deterioro de las infraestructuras urbanas, la degradación ambiental y la necesidad de proporcionar vivienda, alimentos, agua y atención médica a ocho mil millones de personas desafiarán las habilidades analíticas y la creatividad de los ingenieros. Desde la perspectiva de los Estados Unidos, una disminución continua en el interés de los jóvenes estadounidenses en la ingeniería, una capacidad cada vez menor para la innovación tecnológica y una infraestructura de investigación de ingeniería en peligro son señales tempranas de advertencia de que la prosperidad y la seguridad de la nación están en juego si no se actúa oportunamente (Council on Competitiveness, 2004; Engineering Research Enterprise, 2005).

Aunque el linaje de la educación en ingeniería es extenso, comenzando hace más de un siglo, la investigación en educación en ingeniería - EER, generalmente careció de definición como disciplina hasta fines de los años 90 y principios de los 2000. En una edición histórica del *Journal of Engineering Education* en 2005, los académicos de alto nivel en el campo abogaron por una agenda de investigación teórica y empírica más sólida (Haghighi, 2005). Desde entonces, la educación en ingeniería se ha convertido rápidamente en un campo impulsado por la investigación. Posteriormente, ha experimentado un aumento sustancial en la producción de investigación y se ha convertido en un campo cada vez más importante a nivel internacional, como lo demuestra la creciente base de suscriptores de prestigio en su revista clave, el *Journal of Engineering Education*, así como otros medios como *Advances in Engineering Education*, *European Journal of Engineering Education* e *International Journal of Engineering Education*. La fortaleza de la investigación y la práctica de la educación en ingeniería también es evidente en la fundación de programas de doctorado, departamentos de investigación en educación en varias universidades y el crecimiento de una comunidad internacional de investigadores en educación en ingeniería que mantienen reuniones globales y cada vez más colaboran unos con otros formando redes de trabajo (Johri y Olds, 2014).

Una importante agenda de investigación para los educadores de ingeniería son los niveles ideales de estructuración y complejidad para los estudiantes universitarios de ingeniería. La instrucción de resolución de problemas y el aprendizaje para resolver problemas en el lugar de trabajo es un tema importante. El enfoque más común es promover el desarrollo de habilidades para resolver problemas comenzando con bien estructurados hasta los más complejos y mal estructurados. La estructuración de los problemas está significativamente relacionada con el contexto en el que se encuentra el problema. Los problemas mal estructurados tienden a estar más integrados y definidos por los contextos cotidianos o laborales, haciéndolos más sujetos a los sistemas de creencias, contextos sociales, culturales y organizacionales (Meacham y Emont, 1989; Smith, 1991; Jonassen, 2000). Los problemas de ingeniería en el lugar de trabajo se estructuran más mal por el contexto que a menudo crea problemas imprevistos, objetivos en conflicto y métodos de solución inciertos (Jonassen et al, 2006).



## Conclusiones

Este trabajo de investigación promueve una propuesta para un programa de formación para la Educación en Energías Renovables No Convencionales- EERNNC y la conciencia en el uso y apropiación de Energía Renovables - ER de los estudiantes de ingeniería electrónica de la UDFJC.

Se han desarrollado actitudes para que tomen conciencia de la importancia de comprender, comprometerse y tomar acciones en favor de la adaptación y el desarrollo de Tecnologías de Energías Renovables No Convencionales - TERNC, asumiendo una postura crítica y bien informada respecto de las ER, con una formación que permita plantear soluciones a la problemática local y global.

En la medida que se acelera la expansión de las ER tal y como ha sucedido en la última década, el potencial transformador de alejarse de la dependencia de los combustibles fósiles se vuelve cada vez más claro. En todo el mundo, las personas, las comunidades, las organizaciones, las ciudades, los estados y los países reconocen que las energías renovables ofrecen mucho más que electricidad limpia y confiable. Además de estos beneficios ambientales, la revolución de las ER también ofrece potencial para transformar la sociedad al redistribuir los empleos, la riqueza, la salud y el poder político de manera más equitativa.

## Referencias bibliográficas

Andersen, N. T. (1986). a Model for Renewable Energy Education. Intersol Eighty Five. International Solar Energy Society. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-033177-5.50421-X>

Avila, E., Cruz, M., & Nuñez, G. (2010). La Educación Energética Para El Desarrollo Sostenible: Un Desafío En El Siglo XXI. Observatorio Iberoamericano Del Desarrollo Local y La Economía Social, 4(8), 1–10. Retrieved from <http://www.eumed.net/rev/oidles/08/gdz.pdf> awareness. Prospects, 33(3), 263–272.

Ballesteros, V., Gallego, A. P., & Salamanca, J. (2018a). La educación en energías renovables como alternativa de promoción del compromiso público ascendente entre los indígenas Wayuu del corregimiento Wimpechi, municipio de Uribia, en la Alta Guajira. In VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Retrieved from [http://die.udistrital.edu.co/viii\\_congreso\\_internacional\\_sobre\\_formacion\\_de\\_profesores\\_de\\_ciencias](http://die.udistrital.edu.co/viii_congreso_internacional_sobre_formacion_de_profesores_de_ciencias)

Baumeister, S. (2018). We are still in! Conference report from the 2018 ceres conference. J. Clean. Prod. 196, 183e184.

Berkovski Boris, Gottschalk Charles M. (1997). Strengthening human resource for new and renewable energy technologies of the 21st century: UNESCO engineering education and training programme. Renewable Energy. 10: 441-450.

Bhattacharya, S. C. (2001). Renewable energy education at the university level. Renewable Energy, 22(1–3), 91–97. [https://doi.org/10.1016/s0960-1481\(00\)00011-2](https://doi.org/10.1016/s0960-1481(00)00011-2)

Biel, A (1999) Do people choose to be environmentally friendly? In Lundgren: Changing environmental behavior. Elander Gotab.

Bisbis, M.B., Gruda, N., Blanke, M. (2018). Potential impacts of climate change on vegetable production and product qualityeA review. J. Clean. Prod. 170, 1602e1620.

Broman L. y Kandpal TC (2011). PURE - Public Understanding of Renewable Energy. World Renewable Energy Congress, Sweden.

Broman, Lars. (1994). on the Didactics of Renewable Energy - Drawing on Twenty Years Experience, 5, 1398–1405.

- Cao, X., Kleit, A., & Liu, C. (2016). Why invest in wind energy? Career incentives and chinese renewable energy politics. *Energy Policy*, 99, 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.015>
- Chan, K. (2000). Use of environmental teaching kits in Hong Kong. *The Environmentalist*, 20, 113–121.
- Dale, A., & Hill, S. B. (2001). *At the edge: Sustainable development in the 21st century*. Vancouver: UBC Press.
- De Carvalho, C. A. R., Filho, W., & Hale, W. H. G. (1998). An analysis of the problems of developing Devine-Wright, P. (2013). *Renewable Energy and the Public From NIMBY to Participation*. Earthscan publishes in association with the International Institute for Environment and Development.
- Evans-Pritchard, A. (2014). Global solar dominance in sight as science trumps fossil fuels”, *The Telegraph*, [http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/ambroseevans\\_pritchard/10755598/Global-solar-dominance-in-sight-as-science-trumps-fossil-fuels.html](http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/ambroseevans_pritchard/10755598/Global-solar-dominance-in-sight-as-science-trumps-fossil-fuels.html)
- Felgueiras, M. C., Rocha, J. S., & Caetano, N. (2017). Engineering education towards sustainability. *Energy Procedia*, 136, 414–417. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.266>
- Garg, H P y Kandpal T. C., (1994). Energy engineering education at posgraduate level: issues involved, course structura and its proposed adaptation, 5, 1406–1412.
- Giddings, B., Hopwood, B., & O’Brien, G., (2002). Environment economy and society: Fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, 10, 187–196.
- Gil P. D. y Vilches A. (2007). Emergencia planetaria: Necesidad de un planteamiento global. *EDUCATIO SIGLO XXI*, 25, 19- 49. ISSN: 1699-2105.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique*, 55, pp. 9-19.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2008). La sostenibilidad y el debate nuclear, *Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, vol. 5 (1), pp. 94-99.
- Gil Pérez, D., Doménech, J. L., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R. y Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-310.
- GWEC (2019). *Global Wind Report 2019*. <https://gwec.net/global-wind-report-2019/>
- Garg H P y Kandpal Tara C., (1996). REE: Challenges and problems in developing countries, (2), 913–916.
- Harju-Autti Pekka y Kokkinen Eevi, (2014). A Novel Environmental Awareness Index Measured Cross-Nationally For Fifty Seven Countries
- Herremans, I. M., & Reid, R. E. (2002). Developing awareness of the sustainability concept. *Journal of Environmental Education*, 34(1), 16.
- Hongyan, S. (2003). The current status of Chinese children. *Journal of Family and Economic Issues*, 24(4), 337–353.
- IRENA (2019), “Energías renovables y empleo: Revisión anual 2019”, <http://www.irena.org/Publications/rejobs-annual-review-2019.pdf>
- Jennings, P, Dubey, P., & Lund, C. (2001). *Renewable Energy Education & Training Meeting the Needs of Industry*, 1753–1758.

- Jennings, Philip (2009). New directions in renewable energy education. *Renewable Energy*, 34(2), 435–439. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.005>
- Jianguo, M. (2004). Teaching environmental awareness in mathematics. *Chinese Education and Society*, 37, 53–56.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology: Research & Development*, 48(4), 63–85.
- Jonassen, D. H. (2006). *Modeling with technology: Mindtools for conceptual change*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Kacan, E. (2015). Renewable energy awareness in vocational and technical education. *Renewable Energy*, 76, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.013>.
- Kandpal, T. C., & Garg, H. P. (1999). Renewable energy education for technicians/mechanics. *Renewable Energy*, 16(1-4-4 pt 2), 1220–1224. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00488-1](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00488-1)
- Kandpal, Tara C., & Broman, L. (2016). Renewable energy education for the future. Retrieved from <http://www.stromstadakademi.se/AAS-30.pdf>
- Kandpal, Tara C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300–324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
- Kassas, M. (1997). Environment and social transformation. *The Environmentalist*, 17, 63–67.
- Kayahan Karakul, A. (2016). Educating labour force for a green economy and renewable energy jobs in Turkey: A quantitative approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 568–578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.072>
- Lienhoop, N. (2018). Acceptance of wind energy and the role of financial and procedural participation: An investigation with focus groups and choice experiments. *Energy Policy*, 118(July 2017), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.063>
- Lovelock, J. (2007). *La venganza de la tierra. La teoría Gaia y el futuro de la humanidad*. Ed, Planeta.
- Lumley, S., & Armstrong, P. (2004). Some of the nineteenth century origins of the sustainability concept. *Environment Development and Sustainability*, 6(3), 367–378.
- Lund, C. P., & Jennings, P. J. (2001). The potential, practice and challenges of tertiary renewable energy education on the World Wide Web. *Renewable Energy*, 119–125. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0960-1481\(00\)00044-6](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00044-6)
- Manuel, C. C., & Crespo, M. (2014). Cinco ideas rectoras para la educación energética Guidelines for education in energy management, 10(1), 81–90.
- Martin, S. S., & Chebak, A. (2016). Concept of educational renewable energy laboratory integrating wind, solar and biodiesel energies. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(45), 21036–21046. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.102>
- McVeigh J.C. (1982). *Training in Solar Energy: Curriculum Development*. Report submitted to UNESCO, Paris.
- Meacham, J. A., & Emont, N. C. (1989). The interpersonal basis of everyday problem solving. In J. D. Sinnott (Ed.), *Everyday problem solving: Theory and applications* (pp. 7–23). New York, NY: Praeger.
- Mercer, N., Sabau, G., & Klinke, A. (2017). “Wind energy is not an issue for government”: Barriers to wind energy development in Newfoundland and Labrador, Canada. *Energy Policy*, 108(May), 673–683.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.022>

Olson-Hazboun S.K., Krannich R.S. y Robertson P.G., (2016). Public views on renewable energy in the Rocky Mountain region of the United States: Distinct attitudes, exposure, and other key predictors of wind energy. *Energy Research & Social Science* Volume 21, Pages 167-179

Ott, Aadu, Broman, Lars y Blum, Konrad, (2018). A pedagogical approach to solar energy education. Vol. 173. DOI 10.1016/j.solener.2018.07.060 - *Solar Energy*

Pedro, J., Pedro, C. J., Titular, V. P., Ciencias, U. De, José, E., & La, V. (2010). Redalyc. Modelo teórico para la Educación Energética.

PNUMA, Frankfurt School-Centro, (2014). Global Trends in Renewable Energy Investment 2014", <http://fs-unep-centre.org/system/files/globaltrendsreport2014.pdf>

Pushpendra J., Lungu, E. y Mogotsi, Buti (2002). Renewable energy education in Botswana: Needs, status and proposed training programs. *Renewable Energy*. Vol. 25. DOI 10.1016/S0960-1481(01)00004-0  
REN 21 (2019). Renewables 2019 Global Status Report. [https://www.ren21.net/?gclid=Cj0KCQjw3s\\_4BRDPARIsAJsyoLMo0NptqCpWzzpt\\_knhOdJsuA6b-bCaTieqWhtOXtSqWF7Pqh6ZvDAaAgMmEALw\\_wcB](https://www.ren21.net/?gclid=Cj0KCQjw3s_4BRDPARIsAJsyoLMo0NptqCpWzzpt_knhOdJsuA6b-bCaTieqWhtOXtSqWF7Pqh6ZvDAaAgMmEALw_wcB)

Robles A Carlos y Rodríguez O, (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Revista Espacios*. Vol. 39 (Nº 34). Pág. 10

Rokeach, M (1968) *Beliefs, attitudes and values: a theory of organization and change*. San Fransisco (Calif.): Jossey-Bass.

Rose, O. H., & Bridgewater, P. (2003). *New approaches needed to environment education and public*  
Shah Beena (1990). *Energy Education*. Northern Book Centre, New Delhi (India).

Smith, M. U. (1991). A view from biology. In M. U. Smith (Ed.), *Toward a unified theory of problem solving* (pp. 1–20). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Staniskis, J. K., & Stasiskiene, Z. (2006). An integrated approach to environmental education and research: A case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1), 49–58.

Stapp WB, Bennett D, Bryan W, Fulton J, MacGregor J, Nowak P, Swan J, Wall R, Havlick S. (1969). The concept of environmental education. *Journal of Environmental Education*, 1(1), 30-31

Takala, M. (1991). Environmental awareness and human activity. *International Journal of Psychology*,  
Tang, T. (2016). Explaining technological change of wind power in China and the United States: Roles of energy policies, technological learning, and collaboration, (August). Retrieved from <http://search.proquest.com/openview/5a23550d160cfb4696633b61e55a96d3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

The Bruntland Report. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development (WCED). United Nations, General Assembly, 96th plenary meeting. A/RES/42/187.

Van der Linde H.A. (1994). The impact of renewable energy on education in developing countries in Africa. *Renewable Energy*, Volume 5, Pages 1413-1415

Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2014). «Gobernanza universal. Medidas políticas para la Sostenibilidad» [artículo en línea]. OEI. ISBN 978-84-7666-213-7. <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=18>

Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, 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

Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2009). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38(2010), 919-931.

Worthy K (2008) Modern Institutions, Phenomenal Dissociations, and Destructiveness Toward Humans and the Environment. *Organization Environment*, 21: 148.

Young, J. (2000). Education at the commission on sustainable development: The perception of the international community. *The Environmentalist*, 20, 169–178.

