



**LA EDUCACIÓN EN ENERGÍAS  
RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN  
LA FORMACIÓN DE INGENIEROS  
ELECTRÓNICOS**

Jorge Enrique Salamanca Céspedes

# LA EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ELECTRÓNICOS

Jorge Enrique Salamanca Céspedes

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

jesalamancac@udistrital.edu.co

## RESUMEN

En este documento se presentan algunos fundamentos conceptuales, metodológicos y resultados parciales de la investigación del proyecto de tesis doctoral en Educación en Energías Renovables No Convencionales para la Formación de Ingenieros Electrónicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en el énfasis de educación en ciencias del Doctorado Interinstitucional en Educación – DIE UD.

**Palabras Clave:** Educación en energías renovables, cambio climático, investigación en educación en ingeniería, formación de ingenieros

## ABSTRACT

This document presents some conceptual, methodological and partial results of the research of the doctoral thesis project on

Education in Non-Conventional Renewable Energies for the Training of Electronic Engineers of the Francisco José

de Caldas District University, in the emphasis of science education of the Interinstitutional Doctorate in Education - DIE UD.

**Keywords:** Renewable energy education, climate change, engineering education research, engineer training

## REFERENTES CONCEPTUALES

La compleja situación del clima global, fomenta propuestas para mitigar los efectos del calentamiento global. Según J. Lovelock, “La tierra funciona como un sistema único y autorregulado, formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos. Las interacciones y flujos de información entre las partes que lo componen son complejos y exhiben gran variabilidad en sus múltiples escalas temporales y espaciales” (Lovelock, 2007), en consecuencia se debe pensar que, del bienestar del planeta depende el de los humanos y las demás especies, por lo que se debe hacer un esfuerzo para la

reducción del uso de combustibles de origen fósil, que es un factor muy importante del problema; una opción es remplazarlos por Energías Renovables No Convencionales - ERNC (Lovelock, 2007; Alfred Watkins, 2008; Pedro et al., 2010; Johansen & Emborg, 2018).

Actualmente más que en otras épocas se agudizan los problemas energéticos, el agotamiento de los combustibles fósiles, los problemas ambientales generados por la explotación, transporte y uso de los recursos naturales y el cambio climático, entre otros. Por lo tanto, surge la necesidad de establecer una disciplina autónoma que se encargue de la formación en energías renovables no convencionales (Ballesteros y Gallego, 2019b).

### **EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES – EERNK**

Por lo antes planteado, la propuesta de EERNK consiste en un imperativo permanente que promueve la comprensión, la conciencia y el compromiso de la importancia de incorporar fuentes renovables no convencionales de energía y promover entre la ciudadanía el desarrollo de actitudes y valores que contribuyan a enfrentar los retos energéticos de las comunidades a través de prácticas educativas social y culturalmente

compatibles (Ballesteros, Gallego, & Salamanca, 2018; Ballesteros, 2019).

La energía es fundamental para el proceso de desarrollo de todas las sociedades, la mala calidad de vida está directamente relacionada con la falta de acceso a energía de calidad y barata (Lund & Jennings, 2000; Lovelock, 2006; Taleghani, Ansari, & Jennings, 2010; Kobayakawa & Kandpal, 2014; Lane, Floress, & Rickert, 2014; Kandpal & Broman, 2016). Es de anotar que energía barata, abundante y con riesgos ambientales y ecológicos mínimos asociados, es uno de los factores más importantes para una mejor calidad de vida (Hasnain, E. et al., 1995; Hasnain, S M & Alawaji, S H 1998; Cao et al., 2016).

### **CAMBIO CLIMÁTICO**

El consumo de las reservas limitadas de combustibles fósiles y el impacto negativo en el medio ambiente van en aumento, desarrollo y crecimiento económico van de la mano con el aumento de la demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub> (Lund & Jennings, 2000; Bruhn et al., 2009; Cao et al., 2016). Según datos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático – IPCC, la quema de combustibles fósiles para producir energía y calor en industrias y hogares y el uso de estos para el transporte representan el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

Hace 200 años comenzó la dependencia de los combustibles fósiles, el petróleo

asequible que ha impulsado la economía mundial desde 1950 se está terminando, con su uso se ha modificado el ciclo del carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero (Nelson, 2016). Dos amenazas que conducen a la inseguridad energética, son el cambio climático y el agotamiento del petróleo, tanto en el mundo industrializado como en el mundo en desarrollo se está impulsando un auge en la generación y demanda de energía renovable (Lund & Jennings, 2001; Martinot, 2005; Thomas et al., 2008).

## **FORMACIÓN DE INGENIEROS**

La EERNNC y el cambio climático se articulan con la formación de ingenieros electrónicos de la Universidad Distrital, una revisión de la historia muestra que el primer programa de ingeniería en los EE UU, fue ingeniería civil, que se estableció en la Academia Militar e inicio en 1802 (Academia Militar de los Estados Unidos, 2010). Otras partes del mundo también comenzaron programas de ingeniería durante el siglo XIX y especialmente en la segunda mitad del siglo (Continental, 2006). La primera sociedad de educación en ingeniería, la Sociedad para la Promoción de la Educación en Ingeniería (SPEE), se fundó en 1893, ahora conocida como American Society for Engineering Education (ASEE). La SPEE estableció el primer periódico "dedicado a la educación técnica" en 1910, llamado el Boletín (Sociedad Estadounidense de Educación

en Ingeniería, 1910), que casi un siglo más tarde se convirtió en la revista de investigación educativa basada en la disciplina, el Journal of Engineering Education (Lohmann, 2003; Journal of Engineering Education, 2010). El European Journal of Engineering Education (EJEE) fue fundado por la Sociedad Europea de Educación en Ingeniería (SEFI) en 1976.

El diálogo y las decisiones tomadas en la década de 1990 allanaron el camino para que la educación en ingeniería se convirtiera en un campo de investigación científica, ya que no se generaba la cantidad y calidad del talento de ingeniería necesario para abordar los desafíos de la sociedad (Fundación Nacional de Ciencias, 1992; Academia Nacional de Ingeniería, 2004; Consejo Nacional de Investigación, 2005; Continental, 2006) y que se necesitaban enfoques más académicos y sistemáticos basados en las ciencias del aprendizaje (Consejo Nacional de Investigación, 1999, 2002; Gabriele, 2005; Haghghi, 2005).

Las investigaciones en formación de ingenieros son un campo relativamente nuevo, la escasez de investigaciones sobre los procesos de enseñanza aprendizaje en ingeniería comparado con otras disciplinas, es desconcertante, sin embargo, se han abierto diferentes líneas de investigación relacionadas con los obstáculos a la hora de formar ingenieros (Stevens R. et al., 2014). Según informe de

la Academia Nacional de Ingeniería, se destaca una "desconexión entre los ingenieros en la práctica y los ingenieros en la academia" (Academia Nacional de Ingeniería [NAE], 2005). El informe indicó que "la gran mayoría de los profesores de ingeniería, por ejemplo, no tienen experiencia en la industria.

Evers, Rush y Berdrow (1998) identifican numerosas desconexiones entre las habilidades adquiridas en la universidad y las requeridas en el lugar de trabajo, entre las más importantes que ABET Inc., ha identificado para la preparación de ingenieros están las necesarias para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en el lugar de trabajo y para funcionar en equipos multidisciplinarios. En las clases de pregrado, los estudiantes aprenden a resolver problemas de libros de texto que están restringidos y bien estructurados, con rutas de solución conocidas y respuestas convergentes (cursos finales pueden ser la excepción). Los problemas en el lugar de trabajo, de otro lado, tienden a estar mal estructurados e impredecibles, poseen objetivos en conflicto, múltiples métodos de solución, estándares de éxito y restricciones que no son de ingeniería, problemas imprevistos, conocimiento distribuido y sistemas de actividad colaborativa (Jonassen et al., 2006).

## **METODOLOGÍA**

En relación al diseño de investigación se trata de un estudio con metodología mixta

de investigación, dado que se hará uso tanto de métodos cualitativos como de métodos cuantitativos para la recolección y análisis de datos (Latorre, del Rincón y Arnal, 1996), la metodología mixta de investigación se define como una clase de investigación en la cual los investigadores combinan técnicas, métodos, aproximaciones, conceptos o lenguaje cuantitativo y cualitativo dentro de una misma investigación (Johnson y Onwuegbuzie, 2004). El método mixto de investigación puede entenderse como la exploración de las diferencias; un forum para el diálogo o bien una oportunidad para una mejor comprensión de diferentes vías de ver, conocer y evaluar (Greene y Caracelli, 2003). Johnson y Turner (2003) afirman que, para desarrollar de manera efectiva el método mixto, quienes investigan han de considerar las características más relevantes de los métodos cuantitativo y cualitativo.

En cuanto a los objetivos de la metodología mixta se consideran cinco propósitos fundamentales que van más allá de la triangulación que tradicionalmente se consideró como el fin central. Estos propósitos son:

*Triangulación:* Para ver convergencias de resultados, *Complementariedad:* Para visualizar o examinar sobreposiciones o diferentes facetas de un fenómeno, *Iniciación:* Para descubrir paradojas, contradicciones y nuevas perspectivas, *Desarrollo:* Uso secuencial de métodos,

como los resultados del primer método informan el uso del segundo método y *Expansión*: Se refiere a la combinación de métodos agregando ampliación y focalización al proyecto.

Respecto de la fiabilidad (alpha de Cronbach). Por lo que respecta fundamentalmente a la investigación descriptiva, se propone el uso de la triangulación, que supone el “uso de dos o más métodos de recolección de datos en el estudio de algún aspecto del comportamiento humano” (Cohen y Manion, 1989). A lo largo de la investigación, la información se va a obtener de varios instrumentos.

## CONCLUSIONES

La EERNC es un paradigma emergente que requiere la conformación de una nueva disciplina que desde el punto de vista del cambio climático y la necesidad de un mejor medio ambiente para todos se vuelve un imperativo para todos los ciudadanos.

Los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Distrital, ciudadanos de la capital, Bogotá, necesitan formación en ERNC, ya que desde lo académico y desde las necesidades del país en temas energéticos y más concretamente en energías renovables no convencionales se cuenta con un marco legal y se requiere formación para la comprensión y el compromiso con las nuevas tecnologías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S. and Tahar, R.M. (2014). Selection of Renewable Energy Sources for Sustainable Development of Electricity Generation System Using Analytic Hierarchy Process: A Case of Malaysia. *Renewable Energy*.
- Albornoz, M., López, C., (2010). *Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica*. 1a ed. - Buenos Aires: Eudeba.
- Alfred Watkins, M. E. (2008). *Science, Technology, and Innovation*. (T. W. Bank, Ed.). Washington DC.
- Ballesteros-Ballesteros, V. A., & Gallego-Torres, A. P. (2019b). Modelo de educación en energías renovables desde el compromiso público y la actitud energética. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(52), 27-42 <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n52.2019.9652>
- Ballesteros-Ballesteros, V., & Gallego-Torres, A. P. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en ciencias. *Revista científica*, 2(35), 192-200. <https://doi.org/10.14483/23448350.1486>
- Broman, L., (1994). On the didactics of renewable energy Education -

- drawing on twenty years experience. *Renewable Energy*, Vol.5, Part 11.
- Bruhn, K., Lorensen, S., & Svensson, J. (2009). Development of Learning Material to wind power courses.
- Cao, X., Kleit, A., & Liu, C. (2016). Why invest in wind energy? Career incentives and chinese renewable energy politics. *Energy Policy*.
- Fan, X. C., Wang, W. Q., Shi, R. J., & Li, F. T. (2015). Analysis and countermeasures of wind power curtailment in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- García, E., González, J. C., López-Cerezo, J. A., Luján, J. L., Martín, M., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica.
- Gyamfia, S., Amankwah, F. (2018). The energy efficiency situation in Ghana. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 82.
- H P Garg, T. C. K. (1994). Energy engineering education at postgraduate level: issues involved, course structure and its proposed adaptation, 5, 1406–1412.
- H P Garg, T. C. K. (1996). REE: Challenges and problems in developing countries, (2), 913–916.
- H P Garg, T. C. K. (1996). REE: Challenges and problems in developing countries, (2), 913–916.
- Hasnain, S. M., Elani, U. A., Al-Awaji, S. H., Aba-Oud, H. A., & Smiai, M. S. (1995). Prospects and proposals for solar energy education programmes. *Applied Energy*.
- Hasnain, S., Alawaji, U. A. E. (1998). *Solar Energy Education a Viable Pathway for Sustainable development*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2019). [https://archive.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml).
- Jennings, P. Dubey, P. and Lund, C. (2001). *Renewable Energy Education & Training Meeting the Needs of Industry*. ISES – Solar World Congress.
- Johansen, K and Emborg, J. (2018). Wind farm acceptance for sale? Evidence from the Danish wind farm co-ownership scheme. *Energy Policy*.
- Kandpal, T. C., & Garg, H. P. (1999). Renewable energy education for technicians/mechanics. *Renewable Energy*.
- Kandpal, Tara C, & Broman, L. (2016). Renewable energy education for the future.
- Kandpal, Tara C., & Broman, L. (2014). *Renewable energy education: A*



- global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300–324.
- Kaygusuz, K. (2012). Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 16(2).
- Kobayakawa, T., & Kandpal, T. C. (2014). A techno-economic optimization of decentralized renewable energy systems: Trade-off between financial viability and affordability-A case study of rural India. *Energy for Sustainable Development*.
- Lane, J. F., Floress, K., & Rickert, M. (2014). Development of school energy policy and energy education
- Martinot, E. (2005). *Renewables 2005 global status report (REN 21)*. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Pedro, J., Pedro, C. J., (2010). Titular, V. P., Ciencias, U. De, José, E., & La, V. Redalyc. Modelo teórico para la Educación Energética.
- Stern, M. J., Powell, R. B., & Hill, D. (2014). Environmental education program evaluation in the new millennium: what do we measure and what have we learned?. *Environmental Education Research*.
- Taleghani, M., Ansari, H. R., & Jennings, P. (2010). Renewable energy education for architects: Lessons plans: A comparative case study in three wisconsin school communities. *Energy Policy*.
- Lovelock, J. (2006). *La venganza de la tierra. La teoría Gaia y el futuro de la humanidad*. Ed. Planeta. Barcelona, España.
- Lund, C. P., & Jennings, P. J. (2000). The potential, practice and challenges of Tertiary renewable energy education on the World Wide Web. *Renewable Energy*.
- Lund, C. P., & Jennings, P. J. (2001). The potential, practice and challenges of tertiary renewable energy education on the World Wide Web. *Renewable Energy*.
- from developed and developing countries. *International Journal of Sustainable Energy*.

