

---

## LA ACCIÓN DE LOS PROFESORES DE INGENIERÍA EN LA EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

**Autores:** Jorge Enrique Salamanca Céspedes, Adriana Patricia Gallego Torres. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jsalamanca@udsitrital.edu.co. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, adgallegot@udsitrital.edu.co.

**Tema.** Eje temático 1.

**Modalidad.** 1. Nivel educativo universitario. Avance de investigación.

**Resumen.** El rápido desarrollo y reducción de costos de las energías renovables han traído consigo la idea de modelo de transición energética para el suministro de energías limpias que promueven la reducción del uso de combustibles fósiles y mitigan los problemas del medio ambiente, dando acceso democrático a la energía. Se requiere formación, compromiso y acción de los profesores de ingeniería para promover la educación en energías renovables no convencionales. Se propone una metodología de cuatro etapas, Problematizar, Analizar, Implementar y Evaluar por lo que el diseño metodológico se denomina PAIE, este implica a los participantes en la permanente reflexión, realimentación y evaluación como sujetos activos en el proceso de investigación. El documento presenta un avance de la investigación de tesis doctoral del DIE - Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**Palabras claves.** Educación en energías renovables, educación en ingeniería, soberanía energética y formación de profesores.

### Introducción

En la actualidad el rápido avance de la ciencia y tecnología, han cambiado el estilo de vida de los seres humanos, las estructuras sociales y culturales de las comunidades (Jennings, 2009; Kacan, 2015). Lo que ha supuesto un agotamiento de los recursos naturales y de los combustibles de origen fósil debido al uso desmedido, al crecimiento de la población, de los productos y desechos resultantes del desarrollo científico-tecnológico, entre otros. Diversas investigaciones han resaltado la necesidad de mitigar todos estos problemas, y se ha concluido que principalmente es debido a la falta de conciencia y formación ambiental, programas de educación energética técnica y profesional entre otras y compromiso de los profesores con estos temas, en los países en desarrollo es un imperativo de los sistemas educativos y especialmente en programas de ingeniería (Jennings, 2009; Broman L. & Kandpal, 2011), formar a los ingenieros y docentes creará un poderoso agente de cambio social en las prácticas energéticas de forma tal que se estructuren, materialicen y naturalicen entre los ciudadanos para la sostenibilidad del planeta.

La formación de Ingenieros Electrónicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - UDFJC, desde sus inicios ha aportado con sus egresados a la transformación del sector tecnológico y social colombiano, en áreas diversas entre ellas la Energía. Es por esto, que la propuesta está orientada a fomentar soluciones energéticas limpias mediadas por la Educación en Energías Renovables No Convencionales – EERNC, con sentido social, como acto de democratización de la energía y dirigida hacia la ciudadanía para ejercer la soberanía energética (Tomain J., 2018; Varo A., 2019), por lo que es necesario el compromiso y formación de profesores.

Este trabajo de investigación es una propuesta para un programa de EERNC y la promoción de la conciencia en las Tecnologías de Energías Renovables No Convencionales – TERNC su uso, desarrollo, investigación, apropiación y participación entre los estudiantes y profesores de ingeniería electrónica de la UDFJC, con lo que se espera desarrollar

actitudes y valores para que desde la comprensión, el compromiso y la conciencia con las TERNC se tomen acciones en favor de su adaptación y desarrollo, asumiendo una postura crítica y bien informada respecto de las TERNC, tal que les permita plantear soluciones a la problemática local y global. A continuación, se presentan los referentes teóricos de esta investigación.

#### **Educación en energías renovables no convencionales – EERNNC**

La educación en energías renovables no convencionales – EERNNC, es un activo paradigma emergente que busca promover y crear conciencia, comprensión y compromiso de los ciudadanos con las TERNC, para desarrollar actitudes y valores que permitan asumir una posición informada y crítica con el propósito de fomentar el uso, desarrollo y aplicación de las nuevas TERNC de forma contextualizada (Salamanca, 2019, Ballesteros, 2019). La EERNNC se plantea como una disciplina emergente que requiere de la comprensión pública para su adaptación, divulgación y desarrollo (Kandpal T C & Broman, 2016), algunos investigadores plantean que de acuerdo con la edad la EERNNC debe corresponder a diferentes niveles, para este estudio es de resaltar la edad que corresponde a la formación de ingenieros (entre los 18 y 25 años).

#### **Soberanía energética**

La rápida expansión de las TERNC en la última década permite ver el potencial transformador para alejarse de la dependencia de los combustibles fósiles. En el mundo, las personas, comunidades, organizaciones y los estados reconocen que las TERNC ofrecen mucho más que electricidad limpia y confiable, además reducción de la contaminación y mitigación del cambio climático. Adicional, la revolución de las TERNC ofrece potencial para transformar la sociedad al redistribuir los empleos, la riqueza, la salud y el poder político de manera más equitativa. Por otra parte, la evolución de las TERNC viene planteando por parte de investigadores y académicos el inicio de un proceso de transición energética que puede adoptar estrategias y caminos diversos que —pueden o no— incluir consideraciones de justicia y equidad. En este sentido, la justicia energética proporciona un marco de acción y orientación para pensar y trazar un camino de transformación justo (Vilches et al., 2014).

Es así como recientemente ha aparecido un concepto novedoso, “el derecho a la energía”, del cual existe poca literatura, existen algunos términos relacionados como el “derecho a la electricidad” (Tully, 2006) o el “derecho a los servicios energéticos” (Walker, 2015). El desarrollo de la idea del derecho a la energía se viene construyendo desde dos perspectivas: desde la reflexión en el marco teórico general de los derechos humanos (Guruswamy, 2015), o bien, desde los estudios emergentes en torno a la pobreza y desigualdades energéticas (Demsky et al., 2019). El derecho de la energía no puede limitarse a solo aspectos materiales de acceso, debe ir más allá desde una concepción amplia que incluya otras dimensiones como la decisoria o como un derecho ciudadano. Otro novedoso y potente concepto desarrollado principalmente en Europa es el de Soberanía Energética, el colectivo Xarxa per la Sobirania Energètica (2018) lo ha conceptualizado como, “El derecho de los individuos conscientes, las comunidades y los pueblos a tomar sus propias decisiones respecto a la generación, distribución y consumo de energía, de forma que estas sean apropiadas a las circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, y siempre que no afecten negativamente a terceros”.

La democracia energética es un movimiento social en crecimiento que prioriza este potencial para redistribuir el poder a las personas a través de la transformación renovable. Al destacar los impactos sociales negativos de la concentración de poder y riqueza basada en combustibles fósiles, los principios de la democracia energética conectan el cambio del sistema energético con una transformación relacionada con una sociedad más justa e igualitaria socialmente (Stephens, J. C., 2019). Avanzar en la visión del movimiento por la democracia energética requiere priorizar las energías renovables controladas

---

localmente y por la comunidad y ampliar e integrar la infraestructura energética de propiedad pública como modelo cooperativo (Bozuwa J., 2018).

#### **Formación ambiental en ingeniería y sostenibilidad**

Desde la perspectiva planteada por diversos investigadores del campo de la EERN, el enfoque de la conciencia en las TERN promueve el desarrollo de actitudes y valores de los ciudadanos para que asuman una posición informada y crítica que les permita participar en debates públicos referentes a las TERN y sus aplicaciones (Jennings, 2009; Cao X, et al., 2016).

Hacia la segunda mitad del siglo XX se dio una creciente preocupación pública respecto a la calidad ambiental, actualmente a dado origen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, leyes de evaluación de impacto y formación de organizaciones ecológicas estatales. Diferentes investigadores han encontrado que el aumento de la conciencia ambiental representa uno de los principales alcances de estas instituciones (Sarti y John, 2019). Por lo que las naciones están formulando prácticas industriales y condiciones de vida sostenibles, diferentes programas de educación juegan un papel muy importante. Entre los 17 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. Jianguo (2004) declaró que "la conciencia y la calidad ambiental son indicadores importantes para juzgar cuán civilizada es una nación o raza".

En este sentido los ingenieros se han beneficiado durante mucho tiempo de un suministro aparentemente ilimitado de recursos naturales, incluidas fuentes y sumideros para los desechos de la sociedad. Las sociedades que consumen grandes cantidades de materiales no renovables sin reciclar, utilizan grandes cantidades de energía no renovable y producen desechos que no pueden ser asimilados naturalmente por el medio ambiente, se consideran menos sostenibles que las sociedades que consumen pequeñas cantidades de materiales y energía y producen cantidades más pequeñas de desechos (Kates, R. W.; et al., 2001).

Una comunidad de educadores convencida de la importancia de hacer que la buena ingeniería y la sostenibilidad vayan en la misma dirección está avanzando con cambios importantes en los cursos y planes de estudio de ingeniería. Un desafío para esta comunidad de ingenieros emergentes será comunicar de manera efectiva los éxitos y fracasos en la incorporación de temas de sostenibilidad en los planes de estudio de ingeniería (Davidson et al., 2007). Otro desafío para esta comunidad será hacer que estos esfuerzos sean más globales. Actualmente, la comunidad mundial de ingenieros invierte una gran parte de sus esfuerzos en mejorar los niveles de vida en las regiones industrializadas o en las partes más ricas de los países en desarrollo.

#### **Investigación en educación en ingeniería**

El diseño para las próximas generaciones de ingenieros debe afrontarse con recursos naturales que tengan restricciones muy diversas, mayor número de usuarios finales y de amplia variedad. La población mundial aumenta y mejoras del nivel de vida conllevan una creciente demanda de recursos, muchos paradigmas establecidos desde hace mucho tiempo para el diseño de ingeniería ya no son ciertos. Hoy se deben incorporar nuevos paradigmas que consideren los principios del desarrollo sostenible, ciclo de vida, economía circular, entre otros, en el diseño de productos y procesos. Por lo anterior se plantea un desafío para los profesores de ingeniería, que deben repensar sus cursos y planes de estudio para preparar a los nuevos graduados. Enseñar a los ingenieros a pensar de manera integral e incorporar una complejidad de nuevas limitaciones es el desafío que enfrentan los programas de ingeniería actual (Davidson et al., 2007).

Rápidos cambios en la empresa de ingeniería global crean una razón convincente para reconsiderar la manera de educar a las futuras generaciones de ingenieros, 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. (Council on Competitiveness, 2004).

La investigación en educación en ingeniería debe convertirse en el motor que impulse el cambio para mejorar la fluidez técnica de los estudiantes y maestros, aumentar el interés en la ingeniería y la conciencia del impacto social de la profesión de ingeniería, aumentar la diversidad en el cuerpo estudiantil de ingeniería y aumentar la contribución a la fuerza laboral global de ingeniería. Dicha investigación proporcionará los principios, metodologías y prácticas educativas sobre las cuales construir continuamente planes de estudio innovadores que lideren la práctica de ingeniería contemporánea y satisfagan las necesidades de las naciones y el mundo (National Academy of Engineering – NAE, 2005).

## Metodología

Para lograr los objetivos propuestos en este proyecto de tesis doctoral se diseñó un modelo metodológico de educación en energías renovables no convencionales para ingenieros electrónicos en formación con enfoque mixto de investigación (cualitativos y cuantitativos) desde un perspectiva compleja y sistémica.

La propuesta que se hace desde este proyecto es el diseño metodológico que corresponde al desarrollo de cuatro etapas, Problematizar, Analizar, Implementar y Evaluar por lo que se ha denominado PAIE, este corresponde a un diseño en cascada y cíclico que conlleva el desarrollo e implementación de las cuatro etapas, de ahí su nombre. Este diseño metodológico implica a los participantes en la permanente reflexión, realimentación y evaluación como sujetos activos en el proceso de investigación, repitiendo los ciclos de ejecución en pro de obtener el mejor resultado. El diseño PAIE consta de las cuatro etapas y cada etapa consta de una serie de fases que en total suman ocho.

El proceso se construye alrededor de una invitación a participar en una convocatoria pública, para proveer energía a una población que se encuentra en una Zona No Interconectada - ZNI del país y a la cual se quiere llevar una solución con tecnologías de energías renovables no convencionales.

La primera etapa, Problematizar consta de la Fase cero, Empatizar, que contempla los diferentes componentes axiológicos. La Fase uno, corresponde al planteamiento de la Convocatoria, en esta fase se debe realizar un análisis de requerimientos, de contexto y de políticas y lineamientos, aquí se identifica el problema. La fase dos, Planteamiento del problema, se deben delimitar el tiempo, el espacio, etc., para así generar un análisis de requerimientos y/o necesidades.

La etapa dos, consiste en la realización y organización de los procedimientos para alcanzar los objetivos que han de proponerse, en conjunto con planteamientos de técnicas e instrumentos de recolección de la información. Esta etapa está compuesta por dos fases, la Fase tres Hipótesis, a partir del análisis realizado se debe plantear una o varias alternativas de solución. La Fase 4, Elección de la ruta a seguir y asignación de roles. La etapa tres, Implementar corresponde a la elaboración de un modelo. Esta etapa corresponde a dos fases, la Fase cinco al Diseño de un modelo, la Fase seis corresponde al desarrollo e implementación del diseño.

La etapa cuatro, Evaluar es la parte del proceso que provee información del diseño y que permita tomar decisiones, emitir juicios sobre la conveniencia de una propuesta respecto a los objetivos perseguidos, ayuda a medir objetivamente tanto elementos cuantitativos como cualitativos del proyecto, permite cuantificar los impactos tanto, positivos como negativos, verifica la coincidencia de las labores ejecutadas con lo programado y permite determinar, de la manera más significativa y objetiva posible, la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto de actividades a la luz de diferentes objetivos propuestos, esta etapa se encuentra constituida por tres pasos, Autoevaluación, Evaluación grupal y Evaluación de expertos.

### Resultados y discusión

Con los resultados de este proyecto, se busca generar conciencia y aportar un modelo de educación en energías renovables no convencionales para los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que permita desarrollar todo su potencial, actitudes y valores para que de manera informada y crítica asuman posiciones en cualquier debate público en temas concernientes a energías renovables no convencionales.

De otro lado, se desea promover el uso y apropiación de las TERNC a nivel local y con una perspectiva global, que aporte soluciones apropiadas y eficientes en contexto con las necesidades de nuestro país y del mundo, aportando ciudadanos profesionales en ingeniería electrónica con capacidad de resolver problemas del campo disciplinar, con una visión social, cultural, económica y política para la integración de las TERNC en diferentes regiones del país.

La EERNC se aborda como una necesidad urgente, dado el ingreso del país a la OCDE se han venido desarrollando políticas de implementación de proyectos de TERNC, por lo que debemos preparar a los ingenieros nuestros en lo referente a estos temas, por lo que se genera una línea de formación en energías renovable no convencionales en el proyecto curricular de ingeniería electrónica de la Universidad Distrital.

### Conclusiones

Se ha evidenciado que los estudiantes desarrollan actitudes y valores que les permite asumir de manera bien informada su participación en situaciones y controversias relacionadas con las TERNC.

Los estudiantes desarrollan y aplican de forma creativa e innovadora TERNC, lo que se constituye en una alternativa para los jóvenes estudiantes de ingeniería electrónica como ciudadanos capaces de transformar las realidades de nuestro país y del mundo en la búsqueda de bienestar para la sociedad que más lo necesita.

Los profesores participan activamente en el programa, promueven y animan a pensar en un modelo de la transición energética, orientada hacia la democratización de la energía y la soberanía energética en el contexto de un país que avanza hacia la integración del as ER, aportan a una importante franja del sector energético que impulsan la economía global y nacional, genera empleo en todos los órdenes y requiere de una visión social, cultural y ambiental desde la perspectiva de la ingeniería.

### Referencias bibliográficas

Ballesteros-Ballesteros, V. A. (2019). La educación en energías renovables como alternativa de promoción del compromiso público ascendente entre los Indígenas Wayuu en la Alta Guajira. Revista Científica, 388-397

Bozuwa J., (2018). "Public Ownership for Energy Democracy," The Next System Project, 2018,

<https://thenextsystem.org/learn/stories/public-ownership-energydemocracy>

- 
- Broman, L., & Kandpal, T. C. (2011). PURE - Public Understanding of Renewable Energy. World Renewable Energy Congress, Policy Iss(PI), 2478–2484.
- 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>
- Council on Competitiveness, (2004). Innovate America, National Innovation Initiative Summit and Report, <http://innovateamerica.org/webscr/report.asp>.
- Davidson C. I., et al., (2007). Adding Sustainability to the Engineer's Toolbox: A Challenge for Engineering Educators. American Chemical Society.
- Demsky, C., Pidgeon, N., Evensen, D. and Becker, S. (2019). Paying for Energy Transitions: Public Perspectives and Acceptability. London.
- Guruswamy, L. (2015). The Contours of Energy Justice. International Environmental Law and the Global South. Habermas, J. (1999). La inclusión del otro. Barcelona: Paidós.
- 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.
- 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, Tara C, & Broman, L. (2016). Renewable energy education for the future. Retrieved from <http://www.stromstadakademi.se/AAS-30.pdf>
- Kates, R. W.; et al., (2001). Sustainability Science. Science, Vol. 292, Issue 5517, pp. 641-642. DOI: 10.1126/science.1059386
- National Academy of Engineering (NAE) (2005). Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century. National Academies Press, Washington D.C.
- Salamanca Céspedes, J. E. (2019). La educación en energías renovables no convencionales en la formación de ingenieros electrónicos. Noria Investigación Educativa, 2(4), 11-18. <https://doi.org/10.14483/25905791.16331>
- Sarti, M., John, S.K.S., (2019). Raising long-term awareness: EU environmental policy and education. In: Education and Public Policy in the European Union. Palgrave Macmillan, Cham, pp. 165e181.
- Tomain J., 2018. Clean Power Politics. The Democratization of Energy. Cambridge University Press. doi.org/10.1017/9781139856539
- Tully, S. (2006). Access to Electricity as a Human Right. Netherlands Quarterly of Human Rights, 24 (4): 557-87.
- Varo B. Anais, (2019). Energía y Ciudadanía: (Re)Construcción de Espacios Locales de Democratización. Revista Especializada en Investigación Jurídica. Año 3-Número 5. <http://dx.doi.org/10.20983/reij.2019.2.3>



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021  
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.  
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

---

Xarxa per la Sobirania Energètica. (2018). ¡Tenemos Energía! Barcelona: Icaria. <https://xse.cat/proposta-municipalista-2019/>