

Modelo de Educación en Energías Renovables para Ingenieros Electrónicos

Jorge E Salamanca Céspedes, PhD(C)¹, Adriana P Gallego Torres, PhD¹,

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, jsalamanca@udistrital.edu.co, adpgallegot@udistrital.edu.co

Resumen– *El rápido desarrollo y reducción de costos de las energías renovables promueven la posibilidad de un modelo de transición energética que mitigue la problemática del medio ambiente suministrando energías limpias que conduzcan a la reducción del uso de combustibles fósiles, acceso más democrático a la energía y un aporte esencial para el desarrollo sostenible. Para este trabajo de investigación se ha aplicado una metodología de cinco fases, Problematizar, Analizar, Organizar y planear, Diseñar e 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.*

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

I. 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 [1],[2],[3],[4],[5]. 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 [6], [7]. 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 [8], [9].

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 y su desarrollo tiene impactos positivos en economía, educación e investigación [10], [11]. 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 [12], [13].

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, la comprensión, el compromiso y la participación con las tecnologías renovables emergentes [5], [14], [15]. 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 [16]. 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.

II. 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.

A. Educación En Energías Renovables No Convencionales – EERNC

El tema de la sustentabilidad impone demandas particulares a los ingenieros para que se vuelvan más "conocedores" de las raíces de los problemas, además de estar "capacitados" en técnicas de solución de problemas que enfatizan enfoques holísticos (tanto para el entorno social como ecológico).

La educación en energías renovables no convencionales – EERNC, es un paradigma emergente que busca promover y crear conciencia, comprensión, compromiso y participación de los ciudadanos con las energías renovables no convencionales - ERNC, las tecnologías asociadas, las actitudes y valores frente a las mismas de manera tal que 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 [17].

Las 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 y Mareomotriz. Es de aclarar y como postura personal que, solo las pequeñas centrales hidro (< 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 [18]. 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 [19]. 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 [20], 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 los 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, individual o colectivamente, han sido las principales causas de los fracasos [16], [21]. 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 [22].

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 [16], [22], 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 [23], 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.

B. Educación Ambiental en Ingeniería – EAI

Los ingenieros siempre han respondido al público sobre lo que se necesita para mejorar la calidad de vida. Por lo tanto, no es sorprendente que, a medida que las actitudes del público hayan cambiado con el tiempo, también lo haya hecho el papel de los ingenieros.

La educación ambiental en ingeniería (E3, por sus siglas en inglés) es comparativamente una nueva disciplina, desde la década de 1990, el enfoque incluye una producción más limpia y la recuperación de desechos industriales. En algunas universidades, el concepto de control integrado de la contaminación combina el medio contaminante, es decir, agua, aire, suelo y sólidos, también forma parte de E3 [30].

E3 para los países en desarrollo es una nueva dimensión, con especial énfasis sus necesidades en el suministro de agua, saneamiento ambiental, control de la contaminación y gestión ambiental. Debido a las condiciones socioeconómicas específicas que prevalecen en la mayoría de los países en desarrollo, ha progresado gradualmente con énfasis en tecnologías de bajo costo y sistemas de gestión simples programas de ingeniería Ambiental que aporten soluciones a su problemática [31].

Por otro lado, muchos países en desarrollo se enfrentan a una situación económica muy difícil con inestabilidad política y degradación ambiental [32].

En general, los problemas de estos países en desarrollo se pueden resumir de la siguiente manera:

- La falta de conciencia ambiental entre la mayoría de los formuladores de políticas y el público en general.
- Experiencia insuficiente, lo que genera brechas entre las políticas ideales y la implementación.
- Políticas inapropiadas sobre la conservación de los recursos hídricos, como ningún requisito legal para la prohibición de actividades de deforestación en áreas de captación de agua.
- Financiamiento insuficiente para los programas de abastecimiento de agua y saneamiento debido a la competencia del gasto público debido a la rápida urbanización y la tasa de crecimiento de la población.
- Recursos hídricos insuficientes, especialmente en zonas áridas y urbanas.
- Sistema de gestión y apoyo institucional inadecuado para el suministro de agua y saneamiento.

Además, existen movimientos para mejorar las disciplinas de la ingeniería con un componente ambiental. Parece no haber falta de experiencia en tecnología ambiental o convencional; lo que es limitado es un enfoque holístico de la ingeniería, uno que incorpore el medio ambiente en la corriente principal de la aplicación y el pensamiento tecnológicos. También hay un mayor énfasis en la minimización y la reutilización; y sobre algunas metodologías pedagógicas, que son particularmente adecuadas [24].

El paradigma de la sustentabilidad no omite las estructuras de consumo y producción a nivel social (actitudinal y otras medidas no técnicas y orientadas al producto), dentro de un concepto de política más amplio que aborda toda la organización de la sociedad y la metodología del ciclo de vida que involucra a industriales, autoridades gubernamentales, educadores y ciudadanos para garantizar sociedades sostenibles.

El diseño, es algo que está más directamente relacionado con la ingeniería para la solución de problemas, "cambiamos modelos", pasando del análisis de riesgos a modelos de resolución de problemas. La discusión de tecnologías inherentemente limpias y sostenibles generalmente involucra nuevos procesos, que pueden discutirse fácilmente desde el punto de vista del diseño, de esta manera es posible vincular directamente todo un plan de estudios, es decir, termodinámica, fenómenos de transporte, diseño de reactores, etc., al análisis y solución de un problema ambiental: la relación de seguridad, salud y medio ambiente con el diseño de ingeniería. Un punto clave es que se utiliza la ingeniería clásica, incluidas todas las "ciencias duras" que aplica, modificadas con nuevas restricciones relacionadas con el medio ambiente [25].

Los ingenieros se han beneficiado durante mucho tiempo de un suministro aparentemente ilimitado de extracción de recursos naturales, incluidas fuentes y sumideros para los desechos de la sociedad. En los albores del siglo XXI, la creciente globalización ha llevado a una base de clientes en rápida expansión y tremendamente variable. Al mismo tiempo, la disponibilidad de recursos naturales baratos parece contraerse. Por lo tanto, la próxima generación de ingenieros debe poder diseñar con un conjunto cada vez más reducido de recursos naturales para una variedad más amplia y un mayor número de usuarios finales. Esto representa un cambio significativo en el paradigma de la ingeniería y requerirá que los diseños sean más flexibles y robustos [26].

Los ingenieros del futuro deben estar familiarizados con los conceptos, el lenguaje y las fuentes de información relacionadas con las ciencias naturales y sociales. No es necesario que se conviertan en expertos en estos campos, pero deben sentirse cómodos y fluidos al tratar con dichos expertos. Los ingenieros también deben conocer los principales dilemas que otras disciplinas pueden abordar mejor. Además, deben poder desarrollar predicciones de primer orden sobre los posibles resultados y cambios en los sistemas ambientales, económicos y sociales que resultan de las decisiones de ingeniería [27].

C. 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 [28]. Según The Engineer of 2020 [29], 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 [33]. 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 [34].

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 [35]. 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.

III. DISEÑO METODOLÓGICO PAIE

El proyecto plantea una propuesta de diseño metodológico que corresponde al desarrollo de cinco fases, Problematizar, Organizar y planear, Analizar, Diseñar e implementar y Evaluar a la que se ha denominado PAIE, este corresponde a un diseño en cascada y cíclico que consiste en el desarrollo e implementación de un proyecto de diseño y desarrollo de un pequeño generador eólico. 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.

La metodología PAIE consta de las cinco fases y cada fase consta de una serie de etapas, como se mencionó antes durante todas las fases y etapas se ha contemplado exista un permanente proceso de reflexión, evaluación y realimentación que enriquezca el proceso de esta investigación y del proceso en que trabajan los estudiantes. La primera fase, Problematizar consta de las siguientes fases, se da inicio con un instrumento adaptado de una convocatoria de miniciencias, luego lo cual debe conducir al planteamiento de preguntas guía que permitan identificar que se sabe al respecto y entonces plantear una pregunta inicial que conduzca a “identificar y plantear el problema”, luego en la fase siguiente se debe determinar el producto a desarrollar, entonces se deben hacer preguntas de apoyo para determinar que hay que saber en particular, de esta manera se asignaran roles y se planearan tareas y tiempos lo cual conllevará a la “búsqueda y recopilación de información”. La Fase tres “Analizar”, inicia con un contraste de ideas que, den origen a debates, de allí se plantea la hipótesis que permite proponer y explorar alternativas de solución, lo que debe llevar a los estudiantes a “elegir y planear una ruta a seguir”, la siguiente fase parte de determinar que nuevos conocimientos se deben aplicar lo que permita el diseño e implementación que permita el desarrollo y ejecución de un modelo final que al final se debe “presentar como un proyecto final” en la figura 1 se observa la metodología PAIE.

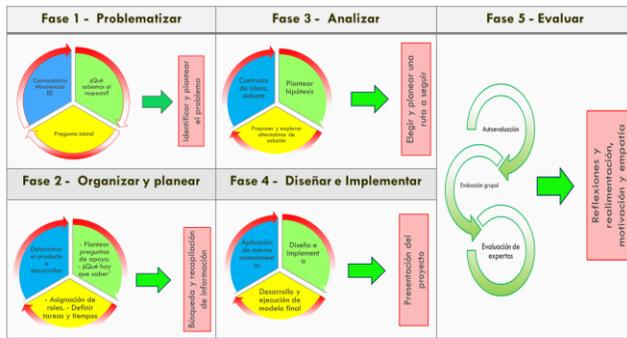


Fig. 1 Metodología PAIE

La fase cinco, Evaluar es la parte del proceso que se entenderá como un instrumento o herramienta que provee información del diseño y que permita tomar decisiones, permite emitir juicios sobre la conveniencia de una propuesta respecto a los objetivos perseguidos, es un instrumento que ayuda a medir objetivamente tanto elementos cuantitativos como cualitativos del proyecto, permite cuantificar el impacto tanto, positivo como negativo del mismo, sirve para verificar la coincidencia de las labores ejecutadas con lo programado, permite identificar los aspectos del proyecto que fallaron o no, 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, la etapa de evaluación se encuentra constituida por tres pasos. Autoevaluación, Evaluación grupal y Evaluación de expertos, todo para lograr un modelo que sea óptimo desde el punto de vista de la evaluación para una mejor adaptación al contexto planteado. Nuevamente se debe enfatizar en el proceso permanente de reflexión, realimentación y evaluación que debe estar presente todo el tiempo como elementos que permiten la mejor adaptación del modelo de educación en ER, teniendo en cuenta siempre que ese es un componente transversal de la metodología.

IV. EL MODELO DE EDUCACIÓN EN ERNC

Para la construcción del modelo se utilizó el análisis documental y se elaboró una encuesta sobre actitudes hacia las Fuentes de Energía Renovable No Convencionales - FERNC en “Colombia” que busca identificar las actitudes de los ciudadanos estudiantes hacia las Fuentes de Energía Renovable - FER y Tecnologías de Energía Renovable - TER, se busca examinar las relaciones de causa y efecto entre los constructos definidos con el fin de determinar qué está influyendo en la conciencia (conocimiento), las percepciones y comportamientos (afectivos - actitudes) de los ciudadanos hacia las FER. Este estudio se realizó en dos fases una primera fase consistió en un piloto que después de ser analizado estadísticamente paso por un panel de expertos quienes con sus valiosos aportes permitieron ajustar la encuesta, en la segunda fase se realizó la encuesta final a estudiantes de primeros semestres de ingeniería electrónica de cinco

universidades de la ciudad de Bogotá, con estos nuevos datos y la confiabilidad estadística se dio paso a la construcción y ajuste del modelo de Educación en Energías Renovables No Convencionales - EERNNC para ingenieros electrónicos, se muestra el modelo general en la figura 2.

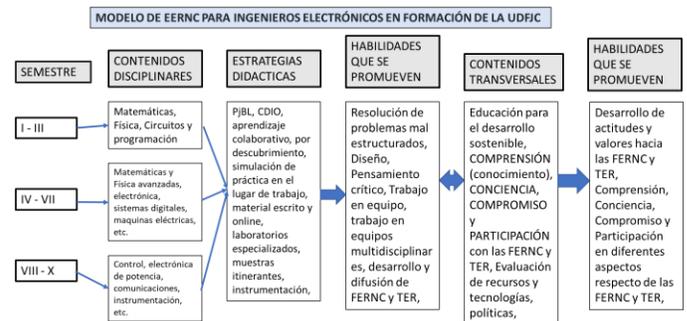


Fig. 2 Modelo de EERNNC para ingenieros electrónicos.

La encuesta estructural básica hipotetizada contenía tres conceptos: nivel de conciencia (es decir, conocimiento de las FER), Percepción y Actitud hacia las FER, y finalmente, Comportamiento hacia las RES. Para la evaluación de los ítems mencionados se ha utilizado una escala Likert de cinco puntos.

Para probar las hipótesis dadas, se realizó la evaluación mediante el método de estimación de máxima verosimilitud con el paquete R. El estadístico de bondad de ajuste medido por el estadístico Chi cuadrado mostró que la encuesta es suficientemente confiable. El índice de ajuste comparativo (CFI) también arrojó buenos resultados y el índice de Tucker-Lewis (TFI) estuvo en valores esperados. El error cuadrático medio de la estadística de aproximación (RMSEA) estuvo por debajo del límite superior aceptable.

Con los resultados y la revisión de la literatura previa se presentó un modelo y sus características que se muestra en la figura 3, en esencia es un modelo que tiene sus bases en el ABPr, CDIO y enfoques como el de aula invertida y evaluación por resultados de aprendizaje, entre otros.

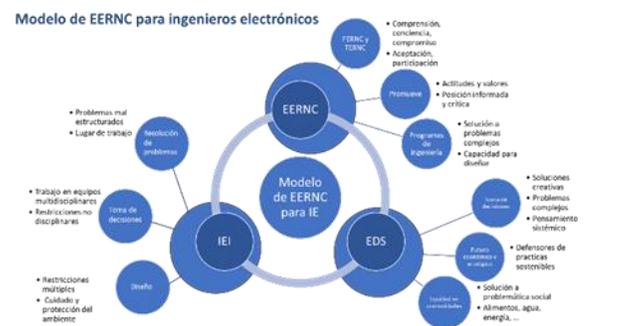


Fig. 3 Características del modelo de EERNNC para ingenieros electrónicos.

Desde ya hace mucho tiempo en la formación de los ingenieros electrónicos de la Universidad Distrital se ha venido utilizando el Aprendizaje Basado en Proyectos – ABPr de una forma intuitiva sin la formación necesaria en la instrucción, por lo que el paso hacia la implementación fue relativamente sencillo y esto apoyado con la legislación del Ministerio de Educación Nacional que legislo a favor de este proyecto sin ser este un propósito particular del ministerio.

El modelo se implementó mediado por la propuesta de un proyecto adaptado de una convocatoria del Ministerio de Ciencia y Tecnología – Minciencias sobre energías renovables. En el proyecto se debe diseñar e implementar un pequeño generador eólico para dar una solución de suministro de energía para una pequeña población ubicada en una zona no interconectada – ZNI, para ello se debe seguir la metodología PAIE.

V. 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.

El modelo propuesto es de fácil adaptación y es flexible lo que permite ajustes tanto a las condiciones del programa en que se quiere incluir, como a las diferencias de conocimiento de los participantes sobre el tema en los niveles de pregrado, así como a su intensidad y duración, los contenidos de nuestro currículo se ajustan perfectamente al modelo propuesto, por lo tanto y de acuerdo con los resultados de la encuesta el modelo tiene dos componentes adicionales de oportunidad y aceptación.

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

- [1] Jennings, P, Dubey, P., & Lund, C. Renewable Energy Education & Training Meeting the Needs of Industry, 1753–1758, 2001.
- [2] Lovelock, J. La venganza de la tierra. La teoría Gaia y el futuro de la humanidad. Ed. Planeta, 2007.
- [3] Stephen Emmott. 10 Billion. Penguin, ISBN: 0141976322, July 2013.
- [4] Tang, T. Explaining technological change of wind power in China and the United States: Roles of energy policies, technological learning, and collaboration, August 2016.
- [5] Ott, Aadu, Broman, Lars y Blum, Konrad. A pedagogical approach to solar energy education. Vol. 173. DOI 10.1016/j.solener.2018.07.060 - Solar Energy, 2018.
- [6] Jennings, Philip. New directions in renewable energy education. Renewable Energy, 34(2), 435–439. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.005>, 2009.
- [7] Cao, X., Kleit, A., & Liu, C. 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>, 2016.
- [8] Pedro, J., Pedro, C. J., Titular, V. P., Ciencias, U. De, José, E., & La, V. Redalyc. Modelo teórico para la Educación Energética, 2010.
- [9] Lienhoop, N. Acceptance of wind energy and the role of financial and procedural participation: An investigation with focus groups and choice experiments. Energy Policy, 118, 97–105, July 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.063>
- [10] Evans-Pritchard, A. 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, 2014.
- [11] REN 21. Renewables 2019 Global Status Report. https://www.ren21.net/?gclid=Cj0KCQjw3s_4BRDPARIsAJsyoLMo0NPtqCpWzzpt_knhOdJsuA6b-bCaTleqWhtOXtSqWF7Pqh6ZvDAaAgMmEALw_wcB, 2019.
- [12] IRENA. “Energías renovables y empleo: Revisión anual 2019”, <http://www.irena.org/Publications/rejobs-annual-review-2019.pdf>, 2019.
- [13] GWEC. Global Wind Report 2019. <https://gvec.net/global-wind-report-2019>
- [14] Andersen, N. T. 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>, 1986.
- [15] Broman, Lars. On the Didactics of Renewable Energy - Drawing on Twenty Years Experience, 5, 1398–1405, 1994.
- [16] Broman L. y Kandpal TC. PURE - Public Understanding of Renewable Energy. World Renewable Energy Congress, Sweden, 2011.
- [17] 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>
- [18] Kandpal, Tara C, & Broman, L. Renewable energy education for the future. Retrieved from <http://www.stromstadakademi.se/AAS-30.pdf>, 2016.
- [19] Bhattacharya, S. C. 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), 2001.
- [20] Garg H P y Kandpal Tara C. REE: Challenges and problems in developing countries, (2), 913–916, 1996.
- [21] Kandpal, Tara C., & Broman, L. 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>, 2014.
- [22] Lund, C. P., & Jennings, P. J. 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), 2001.
- [23] Berkovski Boris, Gottschalk Charles M. Strengthening human resource for new and renewable energy

- technologies of the 21st century: UNESCO engineering education and training programme. *Renewable Energy*. 10: 441-450, 1997.
- [24] Z. Ujang, M. Henze, T. Curtis, R. Schertenleib and L.L. Beal Environmental engineering education for developing countries: framework for the future, Article in *Water Science & Technology* - February 2004.
- [25] Howard P, Meylan W. Assessing environmental fate and exposure. *Chem* 3:91–6, Eng 2001.
- [26] Kates, R. W.; et al. *Sustainability Science*. Science, 292, 641–642, 2001.
- [27] Frontiers of Environmental Engineering Education, NSF Workshop, Tempe, AZ, Jan 8–10, 2007-
- [28] NSF. Review Report, Institution of Engineers, 1996.
- [29] National Academy of Engineering, 2004.
- [30] Z. Ujang, M. Henze, T. Curtis, R. Schertenleib and L.L. Beal Environmental engineering education for developing countries: framework for the future, Article in *Water Science & Technology* - February 2004.
- [31] Zhang, K., Wen, Z. and Zhang, X. China’s water environment in the beginning of the 21st century: challenges and countermeasure. *Wat. Sci. Tech.*, 46(11–12), 245–251, 2002.
- [32] Ujang, Z. and Buckley, C. Promoting sustainable industry through Waste Minimisation Club. *Wat. Sci. Tech.*, 46(9), 1–10, 2002.
- [33] Haghghi, K. Quiet no longer: Birth of a new discipline. *Journal of Engineering Education*, 94(4), 351–353, 2005.
- [34] Johri A y Olds B. *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*, New York, 2014.
- [35] Jonassen, D. H. Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology: Research & Development*, 48(4), 63–85, 2000.