

# Congreso Internacional de **Investigación y Pedagogía**

**nuevos** ESCENARIOS  
**SUJETOS**  
**ESCUELAS** **nuevas**



**11-15**  
**OCTUBRE**

**Freire y la Educación Contemporánea 2021**





## **LA EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA INGENIEROS ELECTRÓNICOS EN FORMACIÓN**

### **Autores:**

**Salamanca Céspedes, Jorge Enrique**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Correo electrónico:** [jsalamanca@udistrital.edu.co](mailto:jsalamanca@udistrital.edu.co)

**Gallego Torres, Adriana Patricia**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Correo electrónico:** [adpgallegot@udistrital.edu.co](mailto:adpgallegot@udistrital.edu.co)

**Eje temático:** Educación Superior: políticas y perspectivas contemporáneas.

**Resumen:** La crisis energética mundial, el agotamiento de recursos de origen fósil y sus efectos adversos sobre el medio ambiente se han convertido en un problema global, buen nivel de vida se relaciona con acceso a energía de calidad a precios razonables. Las energías renovables no convencionales y tecnologías asociadas se desarrollan rápidamente mientras sus costos bajan, Colombia con su entrada a la OCDE se ha visto presionada a implementar proyectos de renovables, por lo que es imperativo implementar programas de formación en energías renovables. Este documento presenta 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, investigación en educación en ingeniería, conciencia y actitudes.

### **Introducción**

Los recursos energéticos de origen fósil se están agotando y sus efectos sobre el medio ambiente se han convertido en un problema de carácter global (Andersen N, 1986; Broman L, 1994; Tang T, 2016; Broman L. & Kandpal T, 2016; Aadu Ott, et al., 2018). Los países en vía de desarrollo se ven más afectados por la crisis energética mundial, mala calidad de vida está asociada con difícil acceso a energía de calidad y precios razonables (Cao X, et al., 2016; Olson-Hazboun S.K., et al., 2016; Tang T, 2016). La tierra es un sistema vivo que se autorregula, por lo tanto, debemos pensar en el bienestar de la tierra del cual depende el de los humanos, se debe hacer un esfuerzo para evitar el consumo de combustibles fósiles y remplazarlos por energías más limpias y seguras (Lovelock, 2007; Wei, M., et al., 2009; Lienhoop N., 2018).

Por otra parte, el panorama de las energías renovables, en el mundo, en Latinoamérica y en Colombia muestra que las Tecnologías de Energías Renovables - TER 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 C y Rodríguez O, 2018; REN21, 2019). Los costos de las TER 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 – TER (Avila, E., Cruz, M., & Nuñez, G., 2010; IRENA, 2019; GWEC, 2019; REN21, 2019).

Diversas investigaciones han resaltado la necesidad de mitigar todos estos problemas, y se ha concluido que principalmente es debido a la falta de conciencia, formación ambiental, programas de educación energética técnica y profesional, 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 e incluso a 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.

Por lo tanto, es urgente formular modelos educativos orientados a las TER, debido a que el sector se desarrolla rápidamente y demanda programas de educación dirigida a todos los actores de la sociedad en pro de su promoción, apropiación y participación desde una perspectiva de la conciencia, actitudes y valores, la comprensión y el compromiso con las tecnologías renovables emergentes (Cao X, et al., 2016; Tang T, 2016; Olson-Hazboun S.K., et al., 2016). Es por ello por lo que, existe la necesidad de promover desde programas de ingeniería la Educación en Energías Renovables No Convencionales - EERNC para el desarrollo y adaptación de estas tecnologías, en países subdesarrollados, lo que es una necesidad imperiosa (Jennings P, 2009; 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.

El trabajo se aborda desde tres referentes teóricos fundamentales, la educación en energías renovables, la investigación en educación en ingeniería y la conciencia hacia las energías renovables no convencionales - ERNC. La educación en ERNC - EERNC es un paradigma emergente, se plantea como una nueva disciplina aparte de la educación ambiental, desde el punto de vista del cambio climático, el cuidado del medio ambiente y la educación para el

desarrollo sostenible se convierte en un requisito obligatorio para todos los ciudadanos. Se hace urgente la creación de programas de formación para todos los ciudadanos y en particular para ingenieros en formación especialmente de países subdesarrollados. La EERNC es un tema amplio que abarca el conocimiento del contenido y la comprensión ciudadana de la energía que incluye aspectos afectivos y de comportamiento. Por lo que es necesario tener criterios explícitos que servirán de base (fundantes) para el desarrollo de objetivos medibles para la EERNC en tres dimensiones: cognitivo (conocimiento, habilidades cognitivas), afectivo (actitud, valores, responsabilidad personal); y de comportamiento.

Young (2000); Harvey (1995) han indicado que la conciencia pública a través de los programas educativos es muy importante y un paso esencial hacia el desarrollo sostenible. Si el desarrollo de la conciencia en energías renovables entre el público es un elemento clave en la formación de soluciones fundamentales para los problemas ambientales que bloquean la sostenibilidad, entonces las personas en los países del tercer mundo tienen una necesidad directa de educación en energías renovables y ambiental para el desarrollo de esta conciencia. Adicionalmente, a raíz de la creciente preocupación por las consecuencias del calentamiento global, se ha empezado a pensar en soluciones multidisciplinarias a estos problemas abordándolos desde la ingeniería; vinculando la tecnología desarrollada con los asuntos de política y economía energética y, con los problemas sociales, de modo que se promueva la conciencia, la comprensión y el compromiso con la solución a los desafíos ambientales que enfrenta la humanidad (Kayahan K, 2016; Patel, N., 2017).

De otro lado, aunque el linaje de la educación en ingeniería es largo, comenzando hace más de un siglo, la Investigación en Educación en Ingeniería - IEI, generalmente careció de definición como disciplina hasta fines de los años 90. En una edición histórica del Journal of Engineering Education en 2005,



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. Los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Distrital, ciudadanos de la capital, Bogotá, de la ciudad región y del país 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, el compromiso y la participación con las nuevas tecnologías.

### **Metodología**

El principal objetivo de esta investigación es formular un modelo de EERNC para ingenieros electrónicos en formación desde una perspectiva de la investigación en educación en ingeniería, para lo cual se está proponiendo el diseño metodológico PAIE que corresponde al desarrollo de cinco fases, Problematizar, Organizar, Analizar, Diseñar y Evaluar, el cual implica a los participantes en la permanente reflexión, realimentación y evaluación como sujetos activos en el proceso de investigación. En relación con el diseño de investigación del proyecto se trata de un estudio con metodología mixta.

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

La investigación mixta resalta las fortalezas que cada método tiene, entregando la precisión, réplica y generalización propia del método cuantitativo, con la comprensión, profundidad y complejidad del cualitativo. Un estudio mixto

refuerza la credibilidad general de los resultados y procedimientos, a la vez que nos permite echar mano de nuestra creatividad para diseñar métodos que enganchen a nuestros participantes y así obtener interpretaciones mucho más valiosas.

El uso de métodos mixtos de investigación es reconocido como un tercer modelo de investigación en ciencias sociales y del comportamiento. En investigaciones en que se aplican métodos mixtos, se supone la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos como elementos del diseño o programa de investigación (Greene, 2007; Creswell, 2009; Phillips, 2009), tal y como se requiere en este proyecto de tesis doctoral. Buena parte de la literatura en temas de investigación referentes al uso de métodos mixtos es bastante genérica (Creswell, 2009), por lo que los diseños de investigación poca o ninguna relación con el contexto disciplinario particular tenían. De acuerdo con Creswell (2009), el desarrollo de literatura en el contexto de una disciplina particular, utilizando métodos mixtos, fortalecería el campo de investigación mixto.

El método mixto, adopta intencionalmente enfoques cuantitativos y cualitativos como elementos de la investigación. El uso de estos enfoques puede ocurrir en diferentes partes del proceso de investigación, (Greene, 2007; Teddlie y Tashakkori, 2009; Creswell, 2011; Ponce, 2011)

### **Desarrollo**

Se ha propuesto desde este proyecto de investigación el diseño metodológico PAIE, el cual se ha venido trabajando con estudiantes de los cursos de Análisis de Circuitos I y II grupos 03 y 04, desde el periodo académico 2018-III. Al inicio del semestre académico se plantea un proyecto cuyo objetivo es diseñar e implementar un pequeño generador eólico para una Zona No Interconectada –

ZNI, a partir de la adaptación de una “convocatoria pública”. La convocatoria es un instrumento a partir del cual se han desarrollado una serie de instrumentos y rubricas que apoyan todo el proceso de educación en ERNC y el de enseñanza aprendizaje en general.

Los estudiantes trabajan en grupos de hasta cinco personas siguiendo el diseño metodológico PAIE, al finalizar el semestre académico deben entregar el prototipo final, durante todo el proceso deben evaluar constantemente sus avances, siguiendo un proceso permanente de reflexión y realimentación. En la figura 1 se muestra el modelo PAIE.

El diseño PAIE consta de cinco fases y cada fase consta de una serie de etapas por cada una de las fases, como se mencionó antes durante el desarrollo del modelo se ha contemplado exista un permanente proceso de reflexión, evaluación y realimentación que enriquezca el proceso de esta investigación. La primera fase, Problematizar debe conducir a la identificación y planteamiento del problema, en esta fase se debe realizar un análisis de requerimientos, de contexto y de políticas y lineamientos, para que a partir de esta revisión se realice una identificación del problema.

La fase dos, Organizar y planear corresponde a la parte de la investigación cuyo proceso consiste en la realización y organización de los procedimientos a los que los investigadores deberán someter la información recabada con la finalidad de alcanzar los objetivos que han de proponerse, en conjunto con planteamientos de técnicas e instrumentos de recolección de la información dentro del proceso de investigación, se debe plantear un plan de análisis, que permitirá orientar la forma en que se procesará la información. Esta fase debe conducir a la búsqueda y recopilación de la información.



La fase tres, Analizar se debe plantear una hipótesis que conduzca a elegir y plantear una ruta que conduzca a la solución de la problemática planteada proponiendo y explorando alternativas de solución, debe ser una propuesta que este alineada y armonizada con las etapas y fases previas y debe cumplir con las especificaciones de lo requerido en la convocatoria, se deben haber tenido en cuenta todas las restricciones para que el diseño cumpla en la totalidad con lo solicitado.

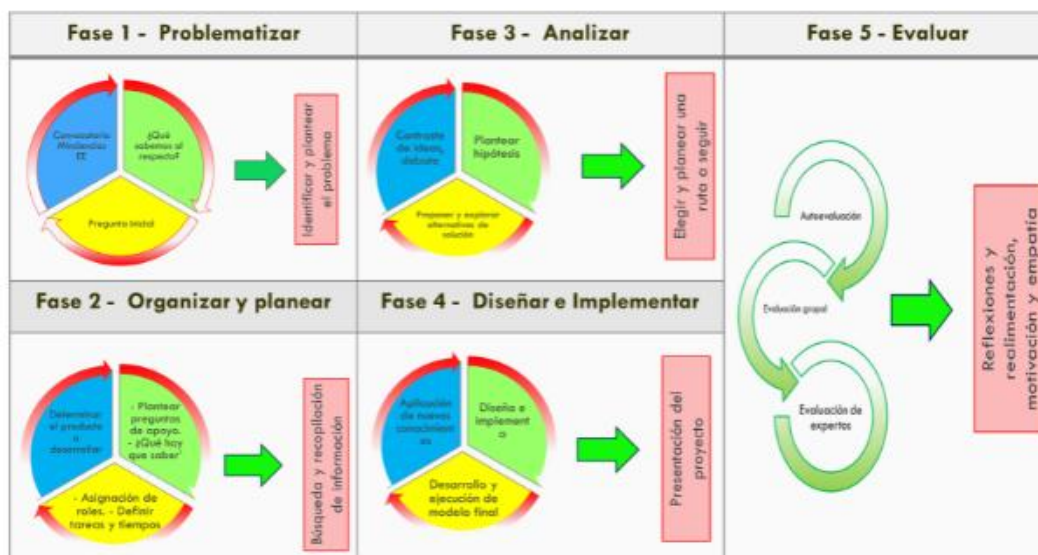
La fase cuatro, Diseñar e implementar corresponde al desarrollo e implementación del diseño previo, de manera tal que en este punto se pueda hacer una propuesta de un prototipo que se ha de convertir en un modelo final y la presentación del proyecto final.

La fase cinco, Evaluar es la parte del proceso que se ha construido 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 proyecto, 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 deben estar presentes todo el tiempo como elementos que permiten la mejor adaptación del modelo de educación en ER.



Figura 1.

Modelo PAIE. Elaboración propia.



Adicionalmente se está realizando una encuesta que corresponde a una adaptación de la encuesta realizada por DeWaters (2013), con el fin de poder ajustar el modelo propuesto a las necesidades de los ingenieros que se encuentran en formación en el proyecto curricular de ingeniería electrónica de la Universidad Distrital, desde el punto de vista de las actitudes y valores que promueven la conciencia en el uso, compromiso y participación en las TER. El resultado de esta parte de la investigación es un marco a partir del cual se pueden determinar las actitudes y valores que permitirán construir un mejor modelo para estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Distrital. Los esfuerzos de esta investigación pueden ayudar a evaluar los impactos más amplios de los programas educativos en términos de su efectividad para mejorar la EERNC de los estudiantes. Con los esfuerzos y el apoyo de esta investigación se puede ayudar a evaluar los impactos más amplios de los programas educativos en términos de su efectividad para mejorar la EERNC de los estudiantes de ingeniería electrónica.



Establecer los criterios de medición para este amplio conjunto de atributos, que incluye componentes cognitivos, afectivos y de comportamiento, es el desafío que se ha asumido en un intento de evaluar de manera más válida la efectividad de los programas educativos para mejorar de forma amplia la EERNC de nuestros estudiantes de ingeniería electrónica.

### **Conclusiones**

Se busca que con este proyecto, se aporte una asertiva propuesta, mediada por un modelo de EERNC que promueva la conciencia en las ER como base fundamental para el desarrollo y apropiación de las TER a nivel local y con una perspectiva global, para estudiantes en formación del Proyecto Curricular de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que permita asumir con actitudes responsables, bien informadas y críticas cualquier situación o controversia en contextos sociales, culturales, académicos, económicos y políticos de las ER.

El modelo que se está promoviendo posee características como: flexibilidad, adaptabilidad, simplicidad, multidisciplinariedad, aceptabilidad y oportunidad.

Los estudiantes desarrollan habilidades que les permite conocer las tecnologías de energías renovables y sus posibilidades de implementación como parte de la solución a los problemas globales del medio ambiente.

El modelo promueve el desarrollo de actitudes y valores en los estudiantes para que de manera informada y crítica asuman posiciones en cualquier debate público referente a temas concernientes a energías renovables no convencionales.

El modelo promueve la conciencia en energías renovables no convencionales para los estudiantes de ingeniería que les permita promover el uso y



apropiación de estas tecnologías a nivel local y global, para aportar soluciones apropiadas y eficientes en contexto a las necesidades de nuestro país y del mundo.

El modelo aporta ciudadanos profesionales en ingeniería electrónica con capacidad de resolver problemas del campo disciplinar, con una visión social y política para la integración de las tecnologías a los diferentes contextos del país que les permita transformar territorios.

### **Referentes Bibliográficos**

Aadu Ott, Broman Lars and Blum Konrad, 2018. A pedagogical approach to solar energy education, *Solar Energy*, Volume 173, pp 740-743, ISSN 0038-092X, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.060>.

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>

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>

Creswell, J. & Plano, C.V. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd Ed). Thousand Oaks: Sage Publications.

Creswell, J. (2009). Editorial: Mapping the Field of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(2), 95-108.

DeWaters J. & Powers S. (2013) Establishing Measurement Criteria for an Energy Literacy Questionnaire. *The Journal of Environmental Education* 44:1, pages 38-55.

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)

Greene, J. (2007). *Mixed Methods in Social Inquiry*. California: Jossey-Bass & Wiley.

GWEC, 2019. *Global Wind Report 2019*. <https://gwec.net/global-wind-report-2019/>

Haghighi, K. (2005). Quiet no longer: Birth of a new discipline. *Journal of Engineering Education*, 94(4), 351–353.

Harvey, T. E. (1995). An education 21 programme: Orienting environmental education towards sustainable development and capacity building. *The Environmentalist*, 15, 202–210.



IRENA (2019), "Energías renovables y empleo: Revisión anual 2019",  
<http://www.irena.org/Publications/rejobs-annual-review-2019.pdf>

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>

*Journal of Engineering Education*, (2006). "The Engineering Education Research  
Colloquies,". Vol. 95, No. 4, October, pp. 257–258.

Kandpal, Tara C, & Broman, L. (2016). Renewable energy education for the  
future. Retrieved from <http://www.stromstadakademi.se/AAS-30.pdf>

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.

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



Patel, N. S. (2017). Motivating Teacher and Student Engagement with the Environment Through Renewable Energy Education. Graduate PhD Theses and Dissertations. Cornell University, (6), 67–72.

Phillips, D.C. (2009). A Quixotix Quest, Philosophical Issues in Assessing the Quality of Educational Research. In P. B.

Ponce, O. (2011) Investigación de Métodos Mixtos en Educación: Filosofía y Metodología. San Juan: Publicaciones Puertorriqueñas.

REN 21, (2019). Renewables 2019 Global Status Report. [https://www.ren21.net/?gclid=Cj0KCQjw3s\\_4BRDPAIsAJsyoLMo0NPtqCpWzpp\\_t\\_knhOdJsuA6b-bCaTIEqWhtOXtSqWF7Pqh6ZvDAaAgMmEALw\\_wcB](https://www.ren21.net/?gclid=Cj0KCQjw3s_4BRDPAIsAJsyoLMo0NPtqCpWzpp_t_knhOdJsuA6b-bCaTIEqWhtOXtSqWF7Pqh6ZvDAaAgMmEALw_wcB)

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

Tang, T. (2016). Explaining technological change of wind power in China and the United States: Roles of energy policies, technological learning, and collaboration. Syracuse University. Graduate PhD Theses and Dissertations. Retrieved from <http://search.proquest.com/openview/5a23550d160cfb4696633b61e55a96d3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Teddlie, C. & Tashakkori, A. (2009). Foundations of Mixed Methods Research: Integrating Quantitative and Qualitative Approaches in the Social and Behavioral Sciences. Los Angeles: Sage.

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.



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