



Adriana Patricia Gallego Torres
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
adpgallegot@udistrital.edu.co

Jonn Edgar Castro Montaña
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
jecm1419@yahoo.com



Sobre el rol innovador de la educación energética para la investigación en ingeniería

Energy education: a new research topic in engineering

Resumen

En este artículo se presenta una propuesta conceptual acerca de “la educación energética”, producto de la revisión y análisis de estudios teóricos y metodológicos que han abarcado el tema recientemente, y que surgió de la necesidad de construir un marco referencial que oriente la configuración y desarrollo de procesos de educación energética, particularmente como proyectos de investigación en el Programa de Doctorado en Ingeniería en la Universidad Distrital.

Palabras claves: educación energética, energías alternativas, conciencia energética.

Abstract

This paper describes a conceptual characterisation of the issue of “energy education”. For this purpose a comprehensive review of the most significant approaches to the subject in recent years was conducted, an a referential framework was built in order to motivate and guide the development of research projects in energy education, particularly in the Engineering Doctorate Program at Universidad Distrital.

Palabras claves: energy education, alternative energy, energy awareness.

Recibido: 06-11-2013
Modificado: 05-09-2014
Aceptado: 12-10-2014

1. Introducción

La educación energética es un proceso educativo que se remonta a mediados de la década de los años setenta del siglo XX, a raíz de la crisis energética producida inicialmente por el alza del petróleo; posteriormente se ha seguido desarrollando debido a la volatilidad del precio del mismo [8], el reconocimiento del agotamiento de las fuentes de energía de origen fósil [9], y el impacto ambiental negativo que tiene los procesos de extracción, transporte y uso [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16].

En la primera década del siglo XXI, la problemática tomó mayor fuerza debido a la conexión con problemas como el calentamiento global y los resultados de los productos de las investigaciones en ciencia e ingeniería [17] [18] [19] [20] [21] [22], el agotamiento del agua [23], la falta de solidaridad energética [24], entre otros.

De lo anterior surge la necesidad de investigaciones que lleven a los ingenieros a formular modelos energéticos diversificados, con base en el desarrollo de tecnologías más eficientes y el uso de fuentes alternativas de energía, limpias y renovables [25], que incluyan a los usuarios como parte activa y decisiva en dichos modelos, además de contemplar el nuevo escenario de modernización de las redes eléctricas (Smart Grid). La ingeniería en aras de mitigar el problema ha desarrollado dispositivos con protocolos unificados de monitoreo, medición y control que brindan la capacidad a los usuarios de ser parte activa del modelo adaptándose a sus necesidades.

Es así como se espera que las nuevas generaciones de ciudadanos giren hacia un cambio cultural donde los procesos de educación energética se consideren indispensables, sobre todo si se tiene en cuenta que el hecho de emplear redes inteligentes hace que cambie de una manera radical el concepto de cómo el usuario consume y hace uso de la energía, es decir, que las nuevas tecnologías y la nueva perspectiva de la educación energética hace que los ciudadanos sean parte activa del proceso de generación y consumo [1] [2] [26] [24] [27] [28].

En la actualidad existen diferentes tendencias a la hora de afrontar la educación energética, entre ellas destaca prominentemente la aplicación de SmartGrid enfocadas a la formación e información para el consumidor de forma que este sepa cómo hacer mejor uso de la energía y cambiar patrones de consumo. Al ser Colombia una potencia energética [29] [30] es fundamental fomentar la educación energética en tal sentido, en tanto que es productor de fuentes de energía de origen fósil, como petróleo, carbón y gas natural, y además tiene un enorme potencial en suplir sus necesidades energética con fuentes renovables de energía como la hidroelectricidad, tanto así que ya ha comenzado a comercializar con países vecinos.

Así pues, se considera necesario construir una propuesta de educación energética propia, que si bien puede tener como referente las realizadas en otras latitudes, no se puede caer en un proceso de transferencia acrítica, que no reconozca las particularidades del contexto colombiano [31]; con este fin en éste trabajo se presenta una reflexión teórica que busca enriquecer el concepto de educación energética que se ha desarrollado en el mundo, para construir un modelo que responda a las condiciones del contexto colombiano y a las nuevas tecnologías para el uso y gestión de la energía. Se espera de forma convocar el interés de los investigadores, particularmente de los estudiantes del Programa de Doctorado de la Universidad Distrital,

en considerar esta problemática para proponer proyectos de investigación contextualizados en el potencial que desde Colombia pueda ofrecer para mitigarla en el planeta.

2. La educación energética: desde una perspectiva social

Para analizar ésta perspectiva, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: el concepto de educación, de formación, el entorno, el contexto histórico y cultural, las políticas públicas y nuevas tecnologías

a. *La educación*: La concepción de educación ha variado con el pasar de los años y las distintas crisis que han sufrido las sociedades, como prueba de ello tenemos por ejemplo, durante los siglos XVIII y XIX la educación era un instrumento para cultivar el espíritu, a la que solo tenían acceso personas de las clases sociales más adineradas; posteriormente, durante la revolución industrial, se requirió mano de obra calificada, lo que implicó una educación instruccional en masa, para entrenar a los más pobres para trabajar en las fábricas y además, adecuar sitios donde preparar a los futuros empleados y cuidar los niños mientras sus padres trabajaban.

Posteriormente el capitalismo configuró la educación como inversión, mediante la cual un país podría generar dividendos. Para el caso específico de América Latina, según Medina Bernal [32], en el siglo XX se combinaron la educación instruccional y la educación tipo inversión, bajo la esperanza de alcanzar el desarrollo. Cabe anotar, que son las diversas formas en que se ha concebido la educación, así como también, los modos de pensar, las estructuras políticas y los medios de producción los que han demarcado los diversos conceptos sobre lo que hoy se considera, educar, formar, instruir e informar. En este sentido, la educación energética es una propuesta que enseña a aprender, porque existe una correspondencia entre concebir el aprendizaje como una capacidad abierta [34] y el hecho que la realidad energética es dinámica. La realidad energética, al ser dinámica, es decir cambiante, requiere de un ejercicio educativo permanente, de constante aprendizaje para poder lograr una comprensión cada vez más adecuada.

b. *El contexto social, cultural y ambiental*: este aspecto se ha visto marcado por problemas como la degradación ambiental, la violencia social, el agotamiento de las fuentes naturales de energía, el hiper-consumo, la necesidad de adaptarse a las redes inteligentes, entre otros, lo cual plantea la necesidad de un enfoque educativo diferente a la de otras épocas. En este sentido, la educación como instrucción o como inversión o la combinación de las dos hace ver a las personas como medios y no como fines del desarrollo, es decir, como un elemento importante para la realización de las personas desde la óptica individual y colectiva como un derecho humano [32], filosofía que se adapta perfectamente a lo enunciado en el I Seminario Internacional de Mercados Energéticos realizado en Junio del 2012. En este, destacaron conclusiones relacionadas con el usuario final como la siguiente: "Se debe continuar con el ejercicio permanente de evaluar nuevas posibilidades de aporte de las redes y mercados inteligentes a los diferentes componentes de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumidor final"[3].

c. *La Formación*: Una educación energética debe buscar la formación del ser humano como ciudadano e implicarlo en las políticas públicas de desarrollo. Al respecto, Estanislao

Zuleta [33] en su obra *Educación y Democracia*, diferencia dos tipos de educación, que asegura son contrarias, una educación entendida como un proceso de formación, que permite y fomenta el desarrollo de las personas, de su individualidad, y autonomía, que forma un sujeto que difícilmente se adapta al sistema, de hecho va en contra del sistema y por otra parte plantea, la educación como entrenamiento, relacionada al proceso económico que lo que produce es una fuerza de trabajo calificada que tiene demanda en el mercado, que produce sujetos heterónomos con grandes habilidades para adaptarse al sistema económico existente.

La prioridad, de la educación como entrenamiento, es educar para reducir el tiempo, los costos y maximizar las ganancias, para ello se hace necesario acelerar la información, el entrenamiento, los conocimientos útiles en la división del trabajo, donde el trabajador no necesita conocer el sentido ni el funcionamiento del sistema sino tan solo saber operar en una parte restringida. Se podría preguntar aquí ¿qué tipo de educación es la educación energética, del tipo formativo o del tipo de una forma de entrenamiento?

- d. *El Entorno*: La educación energética, centra su atención en reconstruir las relaciones de los seres humanos con su entorno y a su vez, con las fuentes naturales de energía, ya que sus necesidades para vivir le implican usarlas y a la vez cuidarlas. En la actualidad, no puede ser una educación polarizada y quedarse tan solo en informar personas o instruir trabajadores, lo que se busca es un ejercicio dialógico, en el que estas dos posturas que resultan opuestas coexistan y se superen. Es absurdo buscar formar personas muy reflexivas, que se resisten al sistema que no sepan hacer nada o buenos trabajadores que no reflexionen ni participen de la vida ciudadana, casi esclavos en pleno siglo XXI. Pero es más absurdo formar personas e instruirlos al mismo tiempo, totalmente desconectados de la naturaleza, esto es, de construir la conciencia de su pertenencia y dependencia a la naturaleza y del poder y responsabilidad que tiene de usarla y cuidarla.
- e. *Las Políticas Públicas*: En este aspecto se debe tener en cuenta la realidad energética y las regulaciones que los gobiernos han realizado al respecto, lo que implica la posibilidad de cambios. Aunque muchos aspectos sean comunes entre la realidad energética durante la revolución industrial, la crisis energética de la década de los setenta del siglo XX y la actualidad, cada uno tiene sus particularidades. Por un lado, las fuentes energéticas son más diversas y hoy día existen mayor cantidad de desarrollos tecnológicos y posibilidades de aprovechar diversas fuentes, existe mayor conocimiento de las afectaciones ambientales y a la salud humana que generan el uso de algunas fuentes y tecnologías energéticas, de la misma manera, hoy día se reconoce la importancia de la responsabilidad de cada ser humano en el uso adecuado de la energía.
- Según la UPME-Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia- (Enero, 2012), “Si bien es cierto Colombia como país en desarrollo ha tenido una responsabilidad mínima en la acumulación de gases de efecto invernadero proveniente de actividades antropogénicas, su política energética está dirigida hacia la satisfacción de las necesidades de los agentes económicos y de la población utilizando los recursos disponibles con criterios de sostenibilidad económica, social y ambiental”, lo que llevaría a fundamentar la educación energética en éstas nuevas tecnologías, lo que implica procesos de educabilidad, lo que conlleva a una interacción entre diferentes usuarios (tanto regulados, como no regulados). Las experiencias sobre educación energética en la Unión Europea específicamente, en el marco del programa Altener, donde se desarrolló el proyecto “Force for Energy by Children” (Fuerza por la Energía de los Niños), han mostrado que los niños asumen con claridad la responsabilidad de la concienciación energética, en su familia y con sus ami-

gos [37]. También lo plantea, Odalis Rodríguez [38] profesora de primaria e investigadora en educación energética de Cuba, al asegurar que lo que los niños aprenden en la escuela lo enseñan en sus casas, por ejemplo, cuando aprenden a ser responsables con el uso de la energía eléctrica en las dinámicas de la escuela lleva a que los niños lo hagan con su familia.

- f. *Las nuevas tecnologías*: Desde esta óptica se puede afirmar, que la educación energética, debe contar con unas condiciones mínimas que permitan conjugar redes eléctricas inteligentes, fuentes alternativas de energía, las necesidades del sector energético y del mercado energético colombiano, los escenarios existentes; atendiendo a las problemáticas ambientales generados por otros modelos energéticos desde el punto de vista de la ingeniería y la Educación. Estudios anteriores plantean que la educación energética es una propuesta que busca favorecer la supervivencia de la especie humana en el planeta, ya que se entiende que, los problemas energéticos ponen en peligro la vida del ser humano en el planeta y la de casi todos los organismos vivos que se conocen [36].

Esto a su vez implica que no es posible tener una educación para el futuro prescrito sino para el futuro que se está construyendo en el presente, que está en constante cambio. Tampoco puede ser una acción paliativa que posterga la necesidad de acción en el ahora, dejándola para un futuro que no existe. La implementación de redes eléctricas inteligentes, podría modificar el futuro próximo, ya que el usuario es participe del modelo, lo que implicaría un cambio no solo en las tecnologías sino en las costumbres y el arraigo al sistema energético actual.

En suma, la racionalización de la educación energética comprende un proceso de aprendizaje basado en la información concebido para que el sujeto pueda dar cuenta de los resultados del conocimiento a la hora de la utilización y no necesariamente esta pensada para que los usuarios se apropien de los procesos de generación y gestión, es decir, de lo que se trata no es de reducir la educación a la información, de lo que se trata es de educar sujetos capaces de resolver problemas y tomar decisiones. No se puede concebir que una educación energética se reduzca solo a propuestas informativas, como las sonadas campañas publicitarias o a los promotores de ventas, con sus casas inteligentes, o a dar algunos tips de ahorro energético, a presentar un inventario de los electrodomésticos de bajo consumo, que si bien son acciones necesarias no son suficientes, pues se quedan en información que circula pero no en un elemento del sistema que constituye estar educado energéticamente y ha ser participe de la cadena.

3. La educación energética como sistema

La definición de educación energética dada por los especialistas hace referencia al desarrollo de un sistema de conocimientos, procedimientos, habilidades, comportamientos, actitudes y valores en relación con el uso adecuado de las formas de energía, su generación y su gestión lo que nos lleva a ir más allá y postular que la educación energética debe orientarse hacia una formación epistemológica que incluya los adelantos tecnológicos, financieros y sociales que hacen que el usuario sea parte activa de los modelos energéticos [26] [24] [27] [28] [35].

Los *conocimientos* asociados a la educación energética como sistema son el conjunto de conceptos, principios físicos, teorías y modelos científicos que van desde la generación, transformación hasta la gestión de la energía. Sobre el conjunto de conceptos, Arrastía [26] plantea que deben ser abordados desde un enfoque sistémico, en tanto que cada concepto se relaciona con todos los demás, el tratamiento de uno solo no es suficiente, deben trabajarse en conjunto, además, no se pueden desligar de los aspectos éticos y económicos. Algunos de los temas que se proponen trabajar, por ejemplo para Arrastía [24], están relacionados con el sistema energético contemporáneo, ya que permite entender las maneras cómo han cambiado los patrones energéticos de la humanidad de un periodo a otro y cómo se ha llegado al sistema actual, además, se favorece el abordaje de las relaciones injustas, excluyentes, consumistas y especulativas en que se basa el comercio de muchos de los portadores y tecnologías energéticas.

Otros *conceptos* que se deben reforzar van desde las nociones básicas de energía, el principio de conservación de la energía, las unidades de medida de la energía, los tipos de energía, las fuentes energéticas, los sistemas tecnológicos asociados a la energía, el consumo energético y medidas de ahorro energético, la generación, el transporte y la gestión [42]. Kandpal & Garg [7] proponen que en relación al estudio de las fuentes energéticas, además de estudiar si son o no renovables, deben hacer énfasis en los que estén disponibles localmente y del tipo de necesidades que se presenten y son factibles de suplir; sobre las tecnologías energéticas, recomienda abordar temas como la evaluación de recursos, la tecnología, la economía y la energética y las cuestiones socioculturales y los impactos ecológicos y ambientales. Arrastía & Yanes [28], argumentan que cuando se aprende sobre las fuentes alternativas de energía, se debe reconocer y valorar que el Sol es la principal fuente de energía, en tanto que es la fuente de vida y origen de la demás formas de energía que el hombre ha usado desde el comienzo de su existencia, además, porque la gran “mentira energética” de la actualidad y a la que proponen hacer frente, es considerar que la energía solar no es suficiente para abastecer el consumo mundial.

La educación energética como un sistema incluye el desarrollo de *habilidades* [7], esto hace referencia a que las personas comprendan el funcionamiento de diversos sistemas y tecnologías energéticas, que puedan diseñar, construir e implementar soluciones tecnológicas para aprovechar las diversas fuentes de energía, que valoren las consecuencias de las políticas energéticas, que puedan sugerir soluciones alternativas a la crisis energética y que puedan hacer evolucionar las soluciones globales en el marco de la sostenibilidad. Esta puede ser una de las áreas que susciten mayor interés para la comunidad académica de las distintas ramas de la Ingeniería.

Por otra parte las *actitudes* constituyen otro de los aspectos importantes que conforman el sistema a desarrollar en la educación energética. Al respecto, Pupo & Pérez [43] entiende por actitud un estado psíquico de la personalidad que posee componentes cognitivos, afectivos y conductuales, que son difíciles de cuantificar y que una forma de aproximarse a estas es por medio de la observación de actuaciones y declaraciones verbales, en tanto que se asume que las actitudes están en estrecha relación con las acciones conscientes que al integrarse con la comunicación conforman la actuación. Sumado a esto los especialistas en educación energética de la Unión Europea [5] plantean, que las actitudes de un ciudadano pueden ser modificadas por los sistemas de educación en tanto que estos exponen al ciudadano nuevas ideas y conceptos, dando al estudiante la capacidad social y analítica que le permita evaluar de forma racional sus opciones en la vida.

Algunas de las actitudes a formar son, de acuerdo con Pupo & Pérez [43], la actitud del ahorro energético, según Ballenilla, et al. [44] la actitud crítica frente a la tecnología, especialmente cuando se desea valorar las tecnologías orientadas a la sostenibilidad, de tal manera que puedan buscar respuestas a preguntas como: ¿qué costo energético implica?, haciendo énfasis en las tecnologías relacionadas con la obtención, gestión y uso de la energía. Respecto a esto último por ejemplo, determinar su tasa de retorno energético TRE, es decir, ¿Cuánta energía se obtiene de la energía que hay que invertir para obtenerla?, también, ¿cuál es su potencial de sustitución de las fuentes de energía primaria tomando como base el consumo actual de energía?, ¿qué porcentaje podría llegar a cubrirse de forma realista?, y finalmente ¿cuál es el plazo de tiempo en que es previsible que se realice dicha sustitución?. Arrastía [26] considera que lo que se deben formar en las personas son actitudes adecuadas hacia el cuidado del entorno natural y de los otros, la ciencia y la tecnología y en términos generales de la energía [45].

Igualmente los *valores*, representan otra arista que permite configurar el sistema que constituye la educación energética. Formar valores como la solidaridad diacrónica, que hace referencia al deber que se debe tener para con las generaciones futuras en relación con el cuidado y uso de las fuentes energéticas, en tanto que desarrollar el sentimiento de solidaridad es una respuesta a la injusta repartición de la energía en el mundo, así como la responsabilidad que todos compartimos en la protección del ambiente y la prevención de los graves efectos que provoca la producción masiva de energía a partir de los combustibles fósiles y nucleares, requiere de la formación en principios éticos a modo de norma que orienten los comportamientos del ser humano[26]. Algunos de los principios éticos de la energía, que se plantean, que deben hacer parte de la educación energética son [28]:

- Accesibilidad justa, que se refiere a la disponibilidad de energía para todos sobre bases justas y a un nivel adecuado.
- Uso Racional, que hace referencia a reducir el consumo disminuyendo el despilfarro y uso banal de la energía.
- Sostenibilidad y equidad, que se refiere a que las fuentes de energía deben ser renovables satisfaciendo las necesidades del presente sin dañar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas del momento.
- Responsabilidad ambiental que se relaciona con tomar medidas para reducir el impacto ambiental de la producción, distribución y uso de la energía.
- Innovación, investigación y desarrollo, que se refiere a que los gobiernos deben invertir en investigación, desarrollo y formación de recursos humanos en el campo de la energía.
- Educar a través de los medios de comunicación.
- Cooperación internacional, que se refiere a la necesidad de un pensamiento global respecto a la energía, que permita construir un consenso que oriente los programas de acción en el uso y producción de energía a partir de la sus implicaciones globales.

Teniendo en cuenta lo anterior, la educación energética se debe asumir como un sistema dinámico, que se va construyendo en la medida que se va aprendiendo al respecto de los

elementos que lo componen. Sin duda alguna el enseñar a aprender, es un proceso complejo, pues el sistema al no estar dado, implica el desarrollo de capacidades cerradas y sobre todo abiertas, como resolver problemas reales sobre lo energético. Esto no se aprende totalmente sino que requiere un aprendizaje constante. La segunda cosa que se concibe, es que los seres humanos en el proceso educativo están en la capacidad de desarrollar el sistema, de aprender lo que sea necesario para desarrollarlo, ubica a los protagonistas del proceso educativo como creadores del sistema que configuran su educación energética.

La educación energética como sistema es simultáneamente una educación científica, tecnológica, social y una educación ambiental. Al ser la educación energética un sistema no se considera exclusiva de la educación científica, como si sólo se tratara de comprender teorías y conceptos sobre la energía, los procedimientos que enmarcados en la actividad científica permiten la construcción y validación de teorías científicas alrededor de la energía, o como una educación tecnológica como si solo se refiriese a la comprensión de los procesos tecnológicos sobre el aprovechamiento de la energía desde las fuentes y tecnologías alternativas de energía. Tampoco se considera como una educación ambiental, que busca proteger, cuidar y preservar las fuentes naturales de energía, gestionar los recursos energéticos y controlar que se realice con bajos niveles de contaminación. La educación energética es todo lo anterior en simultáneo, es un concepto que integra componentes, pues ninguno por sí solo da cuenta de lo que implica saber y hacer frente a lo energético, en cambio integrando se puede obtener una aproximación más adecuada a la realidad energética, que es lo que caracteriza un sistema que relaciona todas sus partes. Esta relación se puede establecer de la siguiente manera:

- La relación entre la educación energética y la educación ambiental según, Ávila, Cruz, & Núñez [36] se identifica porque la educación energética comparte con la educación ambiental aspectos como: que es un proceso continuo y permanente, que es una dimensión de la educación integral, que está orientada al sistema de conocimientos, habilidades, hábitos, capacidades, actitudes y valores, en los procesos económicos, sociales y culturales, que muestra la relación entre los seres humanos, la sociedad y la naturaleza. Además, Kandpal & Garg [7] consideran que la educación energética y la educación ambiental existen vínculos fuertes ya que la primera debe tener en cuenta la relación entre lo energético y lo ambiental, donde se puedan identificar los impactos sobre el ambiente y la forma de mitigarlo o contrarrestarlos cuando a lo energético se refiere, un ejemplo claro es lo que sucede cuando se aborda el problema del cambio climático.
- La relación entre la educación energética y la educación científica y tecnológica se ha hecho evidente. Según Fernández [46] considera que la educación energética permite abrir la enseñanza de la física hacia metodologías CTS en tanto que permite construir puentes entre las ciencias experimentales, las ciencias sociales y el ambiente. Además, Vásquez [47] considera que la educación energética debe ser uno de los objetivos principales de la enseñanza de las ciencias, es decir que sea responsabilidad de los profesores de ciencias los que asuman la educación energética, por ser estos los que de una manera u otra están formados en el conocimiento sobre lo energético. Es claro pues que para ello debe abordarse la educación energética en los procesos de formación de profesores.
- Las relaciones entre la educación tecnológica y la educación energética, se refieren a la necesidad que los ciudadanos aprendan a hacer un uso responsable de las tecnologías,

que en el caso de lo energético toma gran relevancia, por un lado, la mayoría de artefactos tecnológicos de la actualidad realizan un gasto de energía que además de ser cada vez más eficiente debe ser racional. Por otro lado, frente a las múltiples opciones que se ofrecen en términos de tecnologías que aprovechan fuentes alternativas de energía como la solar, la eólica, entre otras, el ciudadano debe comprender su funcionamiento, sus riesgos, su pertinencia y que tanto le permite resolver sus necesidades energéticas [48]. En ambas formas de educar, formar a los ciudadanos en la toma de decisiones sobre los desarrollos tecnológicos que les permiten suplir sus necesidades sin afectar negativamente el ambiente, resulta siendo un punto de encuentro ineludible, más que comprender o saber usar los diversos artefactos tecnológicos se debe aprender a tomar decisiones racionales, contextuales, sobre tecnologías adecuadas social, ética y ambientalmente [49].

- La educación social y la educación energética coinciden en la necesidad de formar ciudadanos participativos que se alejen de las dinámicas de la democracia representativa y se reconozcan como actores sociales activos que cuentan con un conjunto de derechos y deberes los cuales deben promover, proteger y hacer uso [50]. Sin duda, uno de los derechos de los ciudadanos es gozar de un ambiente sano y para ello deben ejercer el deber de cuidarlo y protegerlo frente a cualquier amenaza como el uso inadecuado de fuentes de energía de origen fósil o los agro-combustibles, además, de poder participar en la toma de decisiones del tipo de fuentes que se deben usar en su comunidad.
- Las relaciones entre la educación científica y tecnológica y la educación ambiental en la actualidad son más visibles y necesarias y la educación energética permite establecer estas relaciones. Al respecto, Lucie Sauve [51], concibe que para la educación de ciudadanos, la educación científica y la educación ambiental pueden presentar relaciones de complementariedad pertinentes e importantes, en tanto que los problemas que aquejan a la humanidad en pleno siglo XXI pasan por la comprensión científica, tecnológica y de la naturaleza, el cuidado del ambiente, apuntan a la transformación social y el reconocimiento de otros saberes. Lo que permite ver con mayor claridad la factibilidad de concebir a la educación energética como una intersección entre la educación ambiental y la educación científica y tecnológica, en tanto que no se trata de plantear otra forma más de educar para colocar en el currículo, ni una necesidad coyuntural como la sucedida en la década de los setenta del siglo XX con la crisis energética, sino como una emergencia que se ha configurado por la realidad energética actual y el reconocimiento de los elementos significativos de cada una de las formas de educar que no se eliminan sino lo que se buscan es articular ya que las cuestiones energéticas lo requiere como aspecto fundamental en la existencia humana.

Reconocer la educación energética como una propuesta educativa que supera las propuestas en educación científica, tecnológica, social y ambiental cuando se refieren a lo energético, pero que se fundamenta en dichas propuestas, implica ubicarse en un mirada transdisciplinar. Al respecto, Basarab Nicolescu, físico rumano especialista en teoría de partículas elementales, fundador y director del Centro Internacional de Investigaciones y Estudios Transdisciplinarios (CIRET) y cofundador del Grupo de Estudio de la Transdisciplinariedad de la Unesco, quien también fue coautor, con Lima de Freitas y Edgar Morín, de la primera carta de la transdisciplinariedad en el Convento de Arrábida Portugal en 1994 y autor del manifiesto de la Transdisciplinariedad publicado en diciembre de 1996 en París; plantea que la transdisciplinariedad

promueve la reconciliación entre la ciencias naturales, experimentales y mal llamadas duras y exactas con la ciencias sociales, humanas y mal etiquetadas como ciencias blandas, permitiendo ver que unas no son más que otras sino que se hace necesario religarlas para construir un nuevo conocimiento de la realidad.

La transdisciplinariedad es una de las características de las perspectivas de la educación a comienzos del siglo XXI [52], y una disposición de pensamiento para comprender sistemas como la educación energética, porque ésta a la vez que abarca las disciplinas, sin abolirlas ni subyugarlas, favorece su apertura a aquello que las cruza y supera, permitiendo alcanzar lugares donde las disciplinas no pueden llegar, dinamizando la circulación de conceptos y valores entre las disciplinas, garantizando así la complejidad de lo real, donde no existen problemas completamente resueltos ni puntos de partida totalmente ciertos, es el lugar en el que el pensamiento oscila entre las partes y el todo buscando claridad mutua, pero nunca crece de manera rectilínea ya que las verdades son provisionales, además de parciales [53].

Para construir un conocimiento transdisciplinario se requiere pensar de manera distinta a como se pensaba en la modernidad, esto es, partiendo la realidad, separando el conocimiento, súper-especializando la experiencia, de lo que se trata en lo transdisciplinar es de favorecer un pensamiento ligado [54], hacer que la incertidumbre interactúe con la certidumbre, la vida con la muerte. El pensamiento ligado hace necesario contextualizar, porque el pensamiento debe estar ligado al contexto ya que sin este no tiene sentido, globalizar porque si él no se liga con lo global queda aislado, relacionar a otras formas de pensar no permitiendo que exista una sola forma que resulte siendo homogenizante y buscar las múltiples causas de lo que sucede porque los acontecimientos y los hechos en una realidad compleja son multi-causales [52].

La transdisciplinariedad es una alternativa de la manera como se comprende el mundo y el ser humano. Según, de Freitas, Morin & Nicolescu [55], la transdisciplinariedad es una forma de hacer frente, entre otras cosas: al crecimiento exponencial de disciplinas académicas que hace imposible una visión global sobre el ser humano, a la amenaza que sobre la vida se alza de una tecnología centrada en la eficacia, a la ruptura entre un conocimiento más acumulativo y un ser interior cada vez más empobrecido que posicionan firmemente un nuevo oscurantismo, a un conocimiento que genera desigualdades entre pueblos y naciones haciendo poderosos a los que lo poseen y minusválidos a lo que no lo tienen, a la complejidad del mundo y a la autodestrucción material y espiritual de la especie humana, porque la transdisciplinariedad favorece una forma de inteligencia que da cuenta de la dimensión planetaria de los conflictos que se viven en la actualidad.

La educación energética si bien debe ser transdisciplinar, hasta el momento se ha caracterizado más por ser interdisciplinar, al respecto, Dias, Mattos, & Balestieri [4] utilizan un ejemplo clarificador, al referirse al estudio del contexto histórico y geográfico del uso de los combustibles fósiles, ya que éste permite reconstruir los hechos que motivaron el actual modelo de consumo de energía, permite el análisis numérico y conceptual de los procesos físicos de transformación de la energía donde confluían disciplinas como las matemáticas, la química y la física, también permitiría la evaluación del impacto ambiental debido al uso y producción de combustibles fósiles donde confluían disciplinas como la biología y la química.

El carácter interdisciplinar de la educación energética, también se puede ver claramente en las relaciones entre la economía y la física, pero antes de presentar tales relaciones debe ha-

cerse claridad a qué tipo de economía se hace referencia, ya que no se trata de la economía capitalista puesto que ésta es la responsable de la situación de deterioro ambiental y de la desigualdad social. Por el contrario, hace referencia a la economía que reconoce sus vínculos con el ambiente. Al respecto, Cardentey, Pérez, & Hernández [56] evidencian dos tipos de economía que tienen en cuenta las relaciones con el ambiente, la primera llamada como economía ambiental, la cual surge desde la década de los sesenta del siglo XX y se considera como una construcción de la renovada economía clásica, donde la relaciones entre economía y ambiente se limitan al campo de las externalidades, esto es, a los impactos, cuyo valor no se tienen en cuenta por los precios de mercado y permanecen externos al mercado, para ello, propone imputar valores monetarios a dichos impactos y a los recursos no renovables, de tal manera que puedan incluirse en el análisis costo-beneficio para decidir sobre la rentabilidad de su eliminación o conservación.

El segundo tipo, es la economía ecológica, en la cual se estudian críticamente conceptos como el de materia prima, reservas y producción, haciendo ver que no son convenientes para un sistema eco-integrador y se propone la sustitución de estos conceptos por otros. Por ejemplo, el de materia prima se propone cambiar por el de recursos renovables y no renovables, ya que el concepto de materia no tiene en cuenta la renovabilidad de los recursos.

La economía ecológica tiene fundamentos físicos basados en las leyes de la termodinámica [56], de la siguiente manera: La primera ley de la termodinámica o del principio de conservación de la energía, permite plantear que la actividad económica se caracteriza por la transformación de materiales y energía de un estado a otro, sin que existan aportes a la cantidad de energía que se invirtió al comienzo del proceso. La segunda ley o ley de la entropía, se asocia a que el valor económico de la materia y la energía está dado por la disponibilidad de estas para ser utilizadas, en contraste a las que no están disponible o que ya ha sido utilizada, donde se debe entender que la actividad económica es un proceso que utiliza material de baja entropía y se transforma en materiales de alta entropía; se debe entender que la degradación de la energía que produce toda actividad económica, hace responsables a la generación actual con la actividad económica y desarrollo de futuras generaciones. La tercera noción se relaciona con plantear la imposibilidad de generar residuos de los que pueda tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas y la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos más de lo que se pueda considerar en su rendimiento sostenible ya que ambas situaciones implicarían la destrucción de la vida.

La educación energética requiere también de una mirada transdisciplinar, porque en concordancia con la transdisciplinariedad planteada por Nicolescu [57], ésta hace frente a la paradoja que plantea el inmenso desarrollo en el conocimiento especializado que ha permitido conocer el mundo desde lo infinitamente pequeño hasta lo infinitamente grande y aún no se conozca quiénes somos, reduciendo el sentido y significado de la vida y la muerte a lo insignificante y absurdo, ya que la actual crisis de la humanidad no es como las anteriores. La educación energética siendo transdisciplinar, permite ubicar al ciudadano como actor activo y responsable de la realidad energética, la cual si bien es compleja y requiere esfuerzos por ser comprendida, también es construido y transformada por la acciones del ciudadano, así como el ciudadano es formado y transformado por dicha realidad, generando una interacción que coloca la necesidad de cuidar, preservar y valorar la vida de todos los seres vivos, trascendiendo así la idea de construir miradas disciplinares sobre la realidad energética, que si bien son necesarias, como se decía son insuficientes, que más que comprender para conocer y actuar sobre dicha realidad lo que se quiere es aprender a vivir bien si dañar el entorno y a los otros.

Asumiendo hasta aquí que la educación energética es un sistema dinámico relacionado con la actividad humana que favorece el pensamiento sobre cuestiones energéticas y que busca combatir la ignorancia sobre lo energético, se abre la posibilidad de plantear la misma como una acción intencionada, porque, parte de un estado inicial de la realidad, caracterizada en muchos casos por la ignorancia de las personas sobre la realidad energética, que desea ser transformado a otro estado, a un estado de no ignorancia donde se ha fomentado una forma de pensar que permite la construcción de un sistema de conocimientos, procedimientos, habilidades, actitudes y valores sobre lo energético. Una forma de pensar que permite concebir y construir una realidad energética distinta. El estado al que se quiere llegar, sí bien comienza como un ideal, permite trabajar éste en función de lograr que sea distinto al inicial.

4. La educación energética una acción colectiva, política y planetaria

La educación energética es, por tanto, una acción colectiva, ya que la proponen y desarrollan un conjunto de seres humanos movilizados por el interés de resolver sus necesidades energéticas sin afectar negativamente su entorno natural y a los otros. La educación energética, debe entenderse a su vez, como bien lo plantea Paulo Freire cuando dice que “nadie educa a nadie y nadie se educa solo, los hombres se educan en comunidad y el mundo es su mediador” [58]. El mundo para el caso de la educación energética, es el mundo que depende de las fuentes de energía, aquel en el que viven los ciudadanos y hacen uso de dichas fuentes. Por medio de la educación el ser humano aprende que no es único [34] se da cuenta que su naturaleza depende de otros, y de que en soledad no se forman seres humanos ya que son el resultado de lo que aprende en la interacción.

Adicionalmente, la educación permite al ser humano aprender que no es el primero, con el que se inicia la historia, le hace caer en cuenta que antes de él ha habido otros que han construido una historia, una cultura, una dinámica social en la cual se instala, que puede transformar pero no desconocer. El ser humano al reconocer que no es único, ni el primero, por medio de la educación puede construir dos ideas fundamentales, la de sociedad y la de tiempo. La idea sociedad, además, de permitirle ver que depende de los otros, le muestra la necesidad de reconocer las dinámicas sociales, las formas de interactuar, aprende a compartir. La idea de tiempo, se constituye cuando reconoce que tiene pasado, que depende de otros que ya no viven pero que vivieron y dejaron legados, cuando tiene presente y además cuando tiene que pensar en los que aún no han nacido pero que llegarán y que serán responsabilidad de él educarlos y dejarles un legado. Como acción colectiva, la educación energética no adoctrina a las masas, no es una propuesta para seguir ciegamente, por el contrario, ésta es una construcción que debe ser reflexiva, discutida y gestionada por el colectivo de ciudadanos donde no hay una imposición sino una construcción conjunta.

Ahora bien, la educación energética como acción colectiva, es entendida como una acción de carácter político, porque busca la formación de ciudadanos para que participen activamente en su sociedad y su cultura transformándolas y enriqueciéndolas en relación a lo energético. De lo que se trata es de empoderar a los ciudadanos para que puedan participar en la toma de decisiones que sobre las cuestiones energéticas que se les presentan o se puedan presentar

en su vida social, familiar, política, etc. Según Freire [59], la educación es una práctica inevitablemente política, porque no es una acción neutral, ya que está orientada por ideales que pueden ser utópicos, pero que movilizan a la acción.

Puede sonar utópico pensar que la educación energética puede contribuir en la transformación del modelo energético actual, por un modelo alternativo, pero son las utopías las que movilizan los cambios y para generar los cambios se requiere tomar decisiones. Así la participación cobra una vital importancia ciudadana en la educación energética ya que no se refiere solamente a tener acceso a los servicios de energía, ni a depositar un voto en una elección sobre alguna propuesta energética, se trata de tener capacidad de construir propuestas, analizarlas críticamente, desarrollarlas, tomar decisiones que le permitan desarrollarse en armonía con su ambiente, esto es con la naturaleza y con los otros. Si bien Estanislao Zuleta [33], concibe que la educación pública es una manera de mantener la ilusión que se vive en una sociedad democrática, libre, con movilidad social y con igualdad de oportunidades, también la considera como un campo de combate desde el cual se puede enfrentar el sistema, de esta manera se puede pensar también el carácter político de la educación energética como parte de la educación pública.

La educación energética, como acción política no se presta para agenciar políticas energéticas que en su elaboración no hayan participado activamente los ciudadanos, según Pedrosa & Leite [60] las políticas energéticas no dependen directamente de cada ciudadano, lo que les resultan impersonales y por tanto no responden a ellas. No se está diciendo que la formulación y aplicación de políticas no sean necesarias para el desarrollo de las formas adecuadas en el aprovechamiento de la fuentes de energía, pero sí que al hacer políticas al margen de la participación de los ciudadanos se convierte en imposiciones, que conlleva, entre otras cosas, a que los cambios de acciones frente a lo energético resulten siendo forzadas, descontextualizadas y no consientes. Esto a su vez implica que tarde o temprano se termine haciendo resistencia para la negación y no una resistencia crítica para la construcción. Las relaciones entre la educación energética y la elaboración de políticas energéticas, debe caracterizarse por ser de construcción colectiva y recíproca, esto es, en la medida que la educación energética permite el posicionamiento crítico frente a las políticas, además de permitir su comprensión y transformación, las políticas energéticas por su parte se constituyen en un insumo importante para el desarrollo de la educación energética en tanto que son referentes de estudio obligados para la formación energética de los ciudadanos.

La educación energética es una construcción dialógica entre la planetariedad y la localidad. La planetariedad, al igual que la transdisciplinariedad, de acuerdo con Moacir Gadotti, en su obra *Pedagogía de la Tierra* [52], plantea que es una de las categorías que configuran las perspectivas actuales de la educación que hace referencia al reconocimiento que todos los seres humanos pertenecen a un mismo lugar, al planeta Tierra, y que los problemas que se generan en dicho planeta afectan a todos, como es el caso de los problemas ambientales, que son de carácter planetario, un ejemplo claro es el cambio climático ya que no respeta fronteras.

El reconocimiento de la planetariedad es necesario en este siglo, más aún cuando gracias a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación se logran interacciones sociales casi que de manera inmediata entre habitantes de distintos lugares separados por miles de kilómetros, interacciones donde se pueden construir el reconocimiento de problemas energéticos que se comparten y de las soluciones que se puedan desarrollar. El concepto de planeta-

riedad, se plantea también, como una opción al concepto de globalización promovida por el desarrollo capitalista, según Marco Raúl Mejía [61], debe pensarse que la única globalización no es la del mercado sino que se hacen posibles otras globalizaciones que surgen bajo la necesidad de atender problemas globales como los de la afectaciones del ambiente, la pobreza, la violencia y en este caso los problemas energéticos.

5. A manera de conclusión

Esta disertación partió de la necesidad de acuñar un nuevo concepto sobre educación energética, que lleve a las nuevas generaciones a vivir en un planeta saludable. Hablar de educación energética supone estudiarla desde tres perspectivas: el cuidado del medioambiente y sus implicaciones, el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones y los esquemas sociales asociados al desarrollo sostenible, que incluyen, valores, actitudes, comportamientos, representaciones. Lo que nos lleva necesariamente a definirla como un sistema dinámico constituido por conocimientos, procedimientos, habilidades, comportamientos, actitudes y valores en relación con la generación, uso y gestión de la energía. El aprendizaje al que hace referencia la educación energética está ligado a favorecer el pensamiento y la toma de decisiones, a la vez que involucra a los usuarios en la cadena, la formación de capital humano, la participación en las políticas energéticas y los entes reguladores.

Es necesario dejar por sentado, que éste trabajo solo hace referencia a la conceptualización de la educación energética, una segunda parte que se encuentra en construcción plantea una propuesta de cómo llevar la educaciones energética a las nuevas generaciones de usuarios y cómo alfabetizar a las actuales, que comienza con una fase de conceptualización que permite establecer una hoja de ruta, para poder lograr un aprendizaje significativo que transforme los usuarios de simples consumidores a ciudadanos inteligentes, que optimizan los recursos energéticos y que sean parte activa del sistema.

Vale la pena recalcar que la educación energética, brinda a los individuos los elementos necesarios para realizar un análisis crítico de las condiciones de su entorno, permitiéndoles identificar los principales problemas energéticos y buscar con su participación alternativas de solución. Además, como bien lo plantea Mario Alberto Arrastúa, la educación energética debe entenderse como un fenómeno educativo, como un proceso largo y complejo que incluye asumir como propios, los conceptos, procedimientos, valores y actitudes que no se pueden imponer sino que requieren de la disposición favorable de las personas y la comprensión de sus necesidades [24] [28], lo que implica reconocer que educar energéticamente es favorecer el pensamiento de los ciudadanos en relación a la urgencia de la sostenibilidad de las ciudades actuales y mas específicamente, de los sistemas energéticos.

Para terminar, y como perspectiva, estamos convencidos que ésta educación energética, debe avanzar en posteriores investigaciones hacia una educación energética inteligente, que busca superar la ignorancia de los usuarios e implicarlos de forma participativa para que las próximas generaciones puedan tener ciudades limpias e inteligentes, tecnológicamente desarrolladas y avanzadas.

Referencias

- [1] F. Casellas, G. Velasco, F. Guinjoan. *El Concepto De Smart Metering En El Nuevo Escenario De Distribución Eléctrica*. 2009
- [2] Congreso nacional de servicios públicos. *Taller Tecnología e implementación de redes inteligentes en el sector eléctrico*. 2011
- [3] Colombia Inteligente. Tomado el 3 de febrero del 2013. Url: <http://www.colombiainteligente.org/Pages/default.aspx>.
- [4] R. Dias, C. Mattos y J. Balestieri, «Energy education: breaking up the rational energy use barriers,» *Energy Policy*, vol. 31, n° 11, pp. 1339-1347, 2004.
- [5] Comunidades Europeas, *Educación energética. Enseñar a los futuros consumidores de la energía*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Comunidades Europeas, 2006.
- [6] J. Figueroa, R. Villalobos, C. Contreras, X. Latorre, N. Hanh, C. Chaparro, C. Maureira, F. Ledesma, J. Leiva y R. Figueroa, *Eficiencia Energética en la Enseñanza Media Científica Humanística. Guía de apoyo Docente*, Chile: CONAMA Nacional, 2009.
- [7] T. Kandpal y H. Garg, «Energy Education,» *Applied Energy*, pp. 71-78, 1999.
- [8] R. Pichs Madruga, «Situación petrolera mundial y sostenibilidad energética,» de *Educación Enerxética e Desenvolvemento Sostible*, Santiago de Compostela, 2007.
- [9] A. Vilches, D. Gil Pérez, J. Toscano y O. Macias, «Agotamiento y destrucción de los recursos naturales,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.oei.es/decada/accion23.htm>.
- [10] Fracasó primer intento de contener derrame de petróleo en el Golfo de México, «*El Tiempo.com*,» 8 5 2010. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7699346>.
- [11] J. J. Bourne, «Derrame de petróleo en el Golfo Un dilema profundo,» *National Geographic en español*, pp. 2 - 31, 2010.
- [12] Instituto Mundial del Carbón, *El carbón como recurso. Una visión general del carbón*, Londres: World Cool Institute, 2005.
- [13] Alerta por derrame de crudo en Santander, «*El Tiempo.com*,» 14 5 2012. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-5419490>.
- [14] Emergencia en Barrancabermeja por derrame de crudo, «*El Tiempo.com*,» 21 7 2012. [En línea]. Available: http://www.eltiempo.com/colombia/oriente/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12053083.html.
- [15] Derrame de petróleo afectará humedal Torca, «*El Tiempo.com*,» 24 2 2012. [En línea]. Available: http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-11205762.html.
- [16] J. Rincón, «El carbón y su problemática ambiental,» *Revista Academia Colombiana de Ciencia*, vol. 26, n° 99, pp. 271-278, 2002.
- [17] IPCC, *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, R. K. Pachauri y A. Reinsinger, Edits., Ginebra, Suiza.: IPCC, 2007, p. 104.
- [18] J. F. Isaza Delgado y D. Campos Romero, *Cambio Climático. Glaciaciones y calentamiento global*, Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2007.
- [19] Declaración de Bogotá sobre el clima y las energías, «*Klimaforum Latinoamerican Network*,» 21 09 2012. [En línea]. Available: <http://klnred.ning.com/>.
- [20] T. Flannery, *El clima está en nuestras manos*, Primera ed., New York: Taurus, 2006.
- [21] J. Pabón, «El cambio climático en Colombia,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.
- [22] S. Weart, *El Calentamiento Global. La Historia de un descubrimiento científico*, Navarra: Laetoli, 2006.
- [23] M. Edwards, D. Gil, A. Vilches y J. Praia, «La atención a la situación del mundo en la educación científica,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 22, n° 1, pp. 1-17, 2004.
- [24] M. A. Arrastía Ávila, «Educación Energética de respeto ambiental. Premisa para el desarrollo sostenible,» de *Educación enerxética e desenvolvemento sostible*, Santiago de Compostela, 2007.
- [25] EPM, «Parque eólico Jepírachi,» 19 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/ParqueE%C3%B3lico.aspx>.

- [26] M. A. Arrastía Ávila, «Algunas ideas sobre los aspectos conceptuales, éticos y metodológicos de la educación energética. Acciones realizadas para lograr la educación energética de la sociedad cubana.» de Educación e Enerxía: Propostas sobre a educación enerxética e o desenvolvemento sostible, Santiago de Compostela, 2005.
- [27] M. A. Arrastía Ávila, «El desarrollo demanda educación energética.» 17 3 2009. [En línea]. Available: http://www.cubaenergia.cu/index.php?option=com_docman&Itemid=5&limitstart=25.
- [28] M. Arrastía Ávila y E. Yanes Blanch, «El programa de capacitación para cuadros y docentes de la Universidad Pedagógica Enrique José Varona.» de Educación, Enerxía e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2006.
- [29] Colombia Energía, «Colombia, potencia mundial en competitividad energética.» 20 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://www.colombiaenergia.com/node/115>.
- [30] Colombia, una potencia energética, «El Espectador.com.» 26 Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://www.elespectador.com/impreso/vivir/articulo-259277-colombia-una-potencia-energetica>.
- [31] J. E. Castro Montaña, «Argumentos para una educación energética en Colombia: Entre lo planetario, lo contextual y la no transferencia.» Revista EDUCyT. Volumen extraordinario, pp. 42-67, 2012.
- [32] J. Medina Bernal, Derecho a la educación, Bogotá: Ántropos, 2006.
- [33] E. Zuleta, Educación y democracia: Un campo de combate, Bogotá: Omegalfa, 1985.
- [34] F. Savater, El valor de educar, Madrid: Ariel, 1996.
- [35] C. Morales Crespo y E. Pérez Alí Osmán, «Diplomado en Educación Energética desde las ciencias naturales para profesores de la enseñanza media.» de Educación. Enerxía e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2006.
- [36] E. R. Avila Guerra, M. Cruz Diéguez y G. A. Núñez Zaldívar, «La Educación Energética para el desarrollo sostenible: Un desafío en el siglo XXI.» Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social-OIDLES, vol. 4, nº 8, pp. 1-10, 2010.
- [37] Brussels Energy Agency, «The persuasive power of children towards energy consumption in the local community.» 17 febrero 2010. [En línea]. Available: <http://www.curbain.be/fee/>.
- [38] O. Rodríguez Villar, «Formación de Valores a través de la Creación de una Cultura de Ahorro de Electricidad.» de Educación e Enerxía Propostas sobre a Educación Enerxética e o Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2005.
- [39] J. Bruner, Realidad mental y mundos posibles, Tercera ed., Madrid: Gedisa, 1988.
- [40] M. Carballo González y M. Carballo Arronte, «Propuestas de acciones en educación energética para la preparación de profesores de Pinar del Río.» de Educación Enerxética e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2007.
- [41] C. M. Morales Crespo, «La educación energética en el componente politécnico de la enseñanza.» de Educación enerxética e desenvolvemento sostible, Santiago de Compostela, 2007.
- [42] J. C. Cacabelos Romero, C. Lema Pérez y J. R. Piñeiro García, «Alrededor de la energía.» de Educación Enerxética e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2007.
- [43] N. Pupo Lorenzo y E. Pérez Alí Osmán, «La educación de Actitudes de Ahorro de Energía a través de las ciencias naturales.» de Educación e Enerxía propostas sobre a Educación Enerxética e o Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2005.
- [44] F. Ballenilla, P. Gisbert, P. Sempere, R. Martín, M. A. Carballo, A. Vicente, J. A. Guillén y P. Aranda, «La sostenibilidad desde una nueva y urgente perspectiva.» de Educación, Enerxía e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2006.
- [45] O. Pérez Ruiz, N. Sánchez García, A. F. Villegas Sáenz, T. Sánchez García y E. Pérez Alí Osmán, «Educación energética de los ciudadanos, ¿un capricho o una necesidad?.» de Educación, enerxía e desenvolvemento sostible, Santiago de Compostela, 2006.
- [46] M. A. Fernández Domínguez, «A Enerxía motor do mundo. Actividades Escolares na Asignatura de ciencias do medio ambiente e a saúde”do 2 ciclo do ensino secundario obrigatorio en Galicia (España).» de Educación, Enerxía e Desenvolvemento Sostible, Santiago de Compostela, 2006.
- [47] J. Vázquez Conde, «El problema Energético como elemento estructurador de Unidades Temáticas del programa de Física del preuniversitario.» de Educación e Enerxía Propostas sobre a Educación Enerxética e o Desenvolvementos Sostible, Santiago de Compostela, 2005.

- [48] F. Tula Molina, «Consumo tecnológico y educación tecnológica: fundamentos filosóficos para un proyecto futuro,» *Sociologías*, vol. 13, n° 26, pp. 154-175, 2011.
- [49] M. Gordillo y J. C. González Galbarte, «Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS,» *Revista Iberoamericana de educación*, n° 28, pp. 1-31, 2002.
- [50] L. Sarmiento Anzola, *Vendimia Biopolítica y ecosocialismo*, Bogotá: Ediciones desde abajo, 2002.
- [51] L. Sauve, «Eco-ciencia: Un cruce fructífero entre la educación científica y la educación ambiental,» de *Seminario Doctoral: Educación ambiental y ciudadanía*, Bogotá, 2011.
- [52] M. Gadotti, *Pedagogía de la Tierra*, Primera ed., México: Siglo veintiuno editores, 2002.
- [53] G. Fourez, *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque socioconstructivista*, Primera ed., Madrid: Narcea, 2008.
- [54] E. Morín, *Complexidade e transdisciplinariedade: a reforma da universidade e do ensino fundamental*, Natal: EDUFRN, 1999.
- [55] L. Freitas de, E. Morin y B. Nicolescu, «Carta de la Transdisciplinariedad,» de *Carta de la Transdisciplinariedad*, Arrábida Portugal, 1994.
- [56] J. Cardentey Lorente, J. Pérez López y R. Hernández-Cruz Pérez, «Los principios de la Termodinámica, uno de los soportes de la economía ecológica y el rol de la escuela en su concientización,» *Mendive*, vol. 6, n° 24, pp. 1-6, 2008.
- [57] B. Nicolescu, *La Transdisciplinariedad. Manifiesto*, Paris: Ediciones Du Rocher, 1996.
- [58] P. Freire, *Pedagogía del oprimido*, Decima octava ed., Santiago de Chile: Siglo XXI, 1970.
- [59] P. Freire, *Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa*, Primera edición en español ed., México: Siglo XXI Editores, 1997.
- [60] A. Pedrosa y L. Leite, «Problemáticas energéticas e de lixo doméstico em educação científica para todos os cidadãos,» de *Educación, Enerxía e Desenvolvemento Sostible*, Santiago de Compostela, 2006.
- [61] M. R. Mejía, *Educación(es) en la(s) globalización(es) I*, Bogotá: Ediciones desde abajo, 2006.

Adriana Patricia Gallego Torres

Nació en Chía, Colombia. Es Física de la Universidad Pedagógica Nacional, de Bogotá, Colombia. Obtuvo su título de Maestría en Educación Sociambiental en la Universidad de Valencia, España. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Valencia, España. Se desempeñó como cargo docente en la Conselleria de Educación de las Islas Baleares, España durante 5 años. Posteriormente, ejerció el cargo de docente en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Ha desarrollado varios proyectos de investigación entre los que cabe destacar “Historia Social de la Ciencia en la segunda mitad del siglo XIX”, auspiciado por Colciencias.

Actualmente se desempeña como profesora en el área de Investigación en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Colombia, y es directora del grupo de IREC donde realiza estudios sobre Ciencia, Ingeniería y Sociedad, entre otros.

e-mail: adpgallegot@udistrital.edu.co

Jonn Edgar Castro Montaña

Nació en Bogotá, Colombia. Es Físico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Colombia. Es candidato a Doctor en Educación en el énfasis de Ciencias en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá, Colombia. Se desempeñó como coordinador Académico en el IEIE en el año 2006. Posteriormente, ejerció el cargo de docente en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Institución donde desarrolló el proyecto *Concepciones de Cambio Climático y Calentamiento global*.

Actualmente se desempeña como profesor en el área de ciencias en la Universidad Distrital Francisco Josa de Caldas de Bogotá, Colombia, y pertenece como investigador al grupo ENCIMA donde realiza estudios sobre enseñanza de las ciencias y energías alternativas, entre otros.

e-mail: jecm1419@yahoo.com

