



Nº7 Septiembre 2011

LA EDUCACIÓN ENERGÉTICA: CONTRIBUCIONES DESDE EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN PREUNIVERSITARIA.

Lic. Carlos José Dos Santos Van Dunem

Instituto Superior de Ciencias de la Educación Luanda. Angola

Dr. C. Vicente Eugenio León Hernández

Universidad Pinar del Río. Cuba

RESUMEN.

El vínculo de la ciencia con la sociedad se hace cada vez más explícito, el hombre necesita cada día más de las ciencias. Un ejemplo que lo evidencia se da en la relación de la Física y su enseñanza en la comprensión, prevención y formación de una conducta social responsable ante los problemas medioambientales y energéticos que vive la humanidad. En este trabajo se aborda un grupo de consideraciones sobre el aporte de la Física a la Educación Energética en el preuniversitario, partiendo de la idea que la educación energética tiene como eje central el concepto de energía, su conservación y degradación, la relación con conceptos tales como trabajo, temperatura, calor.... Por lo que acercamos a los profesores de Física al abordaje de la educación energética desde las tendencias innovadoras de la enseñanza de las ciencias.

Palabras Claves: Educación Energética, Física, preuniversitario

Desarrollo

La educación Energética como proceso educativo es función de determinada filosofía de la educación, resultado de los intereses de clases, grupos sociales, partidos políticos, bloques regionales ... lo que sin lugar a dudas le imprime un sello muy particular, no obstante, en la actualidad se evidencia una tendencia bien marcada a incluir estos contenidos en los currículos escolares de los diferentes niveles educativos. Si bien es cierto que se ha venido ganando en este sentido, aún el discurso desde la filosofía educativa se sobredimensiona en detrimento de la necesaria visión didáctica que incluya la preocupación sobre la figura del que enseña (maestro, profesor) y de propuestas metodológicas que permitan la optimización del proceso de educación energética. Esta arista del análisis, llega a inscribir ciertas prácticas educativas, en posiciones marcadamente conductistas, poniendo énfasis en el modo de actuación del sujeto que se educa, obviando la necesaria configuración del proceso desde las ciencias de la educación.

En el esclarecimiento del aporte de la enseñanza de la Física en el preuniversitario a la educación energética, es pertinente reconocer a la educación como un fenómeno que se logra en franca relación dialéctica con la instrucción, quedando históricamente declarado como el binomio educación - instrucción. Visto así, la educación energética rebasa el alcance de lo instructivo, del mero desarrollo de conocimientos, para verse en modos de actuación conscientes sobre el uso de los recursos sostenibles.

La educación energética es un proceso continuo de influencias educativas orientadas al desarrollo de un sistema de conocimientos, procedimientos, habilidades, comportamientos, actitudes y valores en relación con el uso racional y sostenible de la energía contribuyendo a que los alumnos puedan hacer un uso racional y eficiente de los recursos energéticos. Su máxima aspiración formativa está orientada hacia lo axiológico.

El aporte de la física como ciencia a la educación energética se sostiene en la naturaleza de su objeto de estudio... es la ciencia experimental (Sears F. W. et. al. 2004) que se ocupa del estudio (Feynman, R. P y otros, 1963) de las formas más amplias y generales del movimiento de la materia: mecánicas, térmicas, electromagnéticas,..., las formas más amplias y generales del movimiento de la materia vinculadas a los sistemas materiales compuestos de las dos variedades cualitativamente diferentes de existencia de la materia: sustancia y campo (Maxwell J. C, 1878), así como la estructura, propiedades y movimientos de estas formas materiales. La física ha sido considerada como la ciencia de la naturaleza o de los fenómenos materiales, de la armonía (Kepler J, 1619), de las causas (Newton I, 1740). Es la base (Capra, F, 2007) de una vida sostenible, es necesaria para comprender las dimensiones biológica, ecológica, cognitiva y social de la vida.

El hecho de que la física estudie todas las interacciones de las sustancias y del campo conocidas por el hombre (interacción gravitatoria, interacción electromagnética, interacción nuclear débil e interacción nuclear fuerte) le ha permitido exhibir diferentes modelos y sistemas para comprender dichos fenómenos, los que han pasado a ser contenidos de aprendizaje de los programas de estudios de la educación preuniversitaria, bajo varios principios de las ciencias pedagógicas, dentro de ellos los de científicidad, asequibilidad y del carácter lógico del abordaje de los contenidos.

El concepto de sistema físico, asociado a las diferentes modalidades de interacciones, se convierte en un aporte teórico y metodológico de las ciencias físicas al logro de una educación energética. Del mismo modo los conceptos de energía y la posterior clasificación de las fuentes de energía renovables y no renovables, la comprensión de conceptos de calor (Q), el trabajo (W) y la temperatura como manifestaciones de la energía de los sistemas (Matvéev A.N 1981). Al igual que la relación entre calor, el trabajo y la energía, llegado al establecimiento del principio de conservación y transformación de la energía de validez universal, aplicable en cualquier proceso físico, químico, biológico...(Doménech et al.2001), en el nivel (Kuhn, 1983; Harman, 1990) macroscópico como en el microscopio, llegando a convertirse (Arons, 1997) en uno de los pilares básicos del establecimiento de la unidad de la materia.

La física y sus cursos en la educación preuniversitaria aborda los temas vinculados a la integración de la mecánica y el calor, hallazgo que permitió la comprensión de la naturaleza del calor y el establecimiento del principio de conservación y transformación de la energía, así como la unidad de medida de la energía en el sistema internacional de medidas el Joule (J) y el equivalente mecánico del calor, entre otros tantos temas

Otro de los aportes de la física a la educación energética son sus teorías las que permiten (Álvarez - Nodarse R. , 2011) describir el estado de los sistemas físicos, dando una representación matemática definida biunívocamente, permitiendo conocer la evolución temporal de ese sistema, prediciendo los resultados de las mediciones de las magnitudes involucradas en el análisis. De manera tal que conociendo las condiciones iniciales de determinados sistemas (ejemplo el planeta tierra desde el punto de vista energético) podrá predecirse, bajo ciertos modelos, que ocurrirá tras el transcurso del tiempo.

Al ir estudiando los fenómenos del universo, la física crea un cuerpo de conocimientos científicos (Rodríguez M, Moltó E y Bermúdez R., 1999) que se sistematizan en cuatro niveles: conceptos y modelos, leyes y principios, teorías y el Cuadro Físico del Mundo.

Una de las principales problemáticas de la educación energética está relacionada con el concepto de energía y los métodos más usados para su enseñanza. Concepto que ha ido evolucionando con el propio desarrollo de las ciencias físicas (Arias A, 2006) en un primer momento como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar trabajo mecánico y posteriormente con la posibilidad de variar la energía interna de los cuerpos o sistemas de cuerpos.

Varias de estas creencias se han anclado en el pensamiento "científico" de alumnos y en ocasiones se manifiestan en los profesores (Doménech et. Al. 2001, 2003; Domínguez, García Rodeja, 1998) asociando la energía con la fuerza, y el movimiento, con una sustancia cuasi-material, los objetos animados y aparatos que funcionan, el vigor o esfuerzo un combustible, o una fuente de actividad. Otros asumen una visión ingenua de la energía como un fluido (Warrren, 1982), la energía como capacidad para realizar trabajo (Lehrman, 1973), la energía como posibilidad de producir cambios (Bunge, 1999). La ausencia de la comprensión de la necesidad de asociar la energía a un sistema y a la interacción entre los cuerpos en el caso particular de la energía potencial, (Solomón, 1985, Kesidou y Duit, 1993; Solbes y Tarín, 1998; Cordero y Mordeglia, 2007), considerar el calor como una forma de energía asociar la energía con el movimiento y la situación (Domínguez M.A, y Stipcih M.S, 2010)

Han incidido en estas ideas alternativas sobre la energía de los alumnos el tratamiento dado en los libros de textos a este concepto (Michinel y D' Alessandro, 1994, Bañas C.,

et. Al, 2004) asociados a los conceptos de combustible, calor, movimiento y funcionamiento, iniciando la apropiación del concepto desde el campo de la mecánica, asociado a la capacidad de realizar trabajo.

Otro de los aspectos señalados por varios especialistas está relacionado con la inadecuada contextualización de la enseñanza de las ciencias, pues la mayoría de las clases de ciencias (Ávila E.R., 2010) se imparten alejada de los contextos culturales y sociales de los estudiantes, con bajos niveles de compromiso para el mejoramiento de la especie humana y las tareas docentes relacionadas con la energía no siempre poseen los rasgos esenciales.

Para revertir estas problemáticas, el profesor de Física de la enseñanza preuniversitaria y los directivos de los sistemas educativos deben asumir la educación energética como un campo específico de la actuación profesional de este profesor.

Los hallazgos de la tendencia innovadores de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y de la física en particular, pueden contribuir a revertir esta situación, por lo que una educación energética debe:

- Posibilitar que la adquisición de los conocimientos garantice que la información (Ausubel D.1978) posea significación lógica para el estudiante.

Para ello el modo en que se presentan los contenidos relativos a la educación energética debe ser generador de “motivos intrínsecos” Aspecto que didácticamente se puede favorecer a partir de la presentación de problemas socioculturales que permiten como resultados del encuentro de la necesidad (cambiar los estado cognitivos, procedimentales y axiológicos del alumno) con el objeto (exigencias sociales, contenidos de la Física y las implicaciones en la educación energética), que es potencialmente capaz de satisfacerla, la necesidad se convierte en algo capaz de orientar y regular la actividad de aprendizaje (Rubistein S.K 1975) Cuidando (Gil. D. 1993, Valdés R. y P., 2001) aquellos elementos propios de aprendizajes pasivos que cimientan el uso de la aprendido a nuevas situaciones. Aspecto que se logra desde una concepción desarrollada del aprendizaje. Pues a decir de Schiefelbein, (1995) muchas prácticas de enseñanza de las ciencias fracasan, en la mayoría de la veces, porque refuerzan desmedidamente el aprendizaje memorístico, lleno de datos, acrítico y descontextualizado.

De lo anterior se deduce la necesidad de abordar problemáticas de la vida real relativas a los problemas energéticos que enfrenta la sociedad actual.

- Buscar analogías entre la actividad científica del investigador y la actividad de enseñanza aprendizaje, reconociendo la importancia de la indagación, de la formulación de hipótesis y la contrastación del conocimiento científico.

En tal sentido se recomienda, contrastar el resultado de los hallazgos científicos de los alumnos con los resultados de la comunidad científica, de manera que no se ponga en riesgo la científicidad de lo aprendido. A decir de Gil D. (1993) esta ha sido la limitación fundamental del aprendizaje por descubrimiento.

La actividad científica tiene como propósito la solución de problemas, por lo que la génesis de la educación energética que atienda la analogía entre la actividad científica del investigador y la enseñanza de la física debe partir de la presentación de problemas (Castellanos D. y otros. 2001) Los problemas se considera como mediadores de la relación entre los protagonistas del proceso (profesores y alumnos), plantea contradicciones inherentes del objeto de la Física y de la educación energética y entre sus respectivas implicaciones socioculturales y los recursos cognitivos y volitivos que

posee el bachiller para buscar las vías de solución a los problemas de carácter teórico o práctico que enfrenta.

Los problemas en física son situaciones de aprendizajes muy favorables para propiciar conceptos, habilidades, hábitos y valores en los estudiantes. Cuando los problemas seleccionados son integradores (es el caso de los relativos a la educación energética), permiten la adquisición de nuevos conceptos, ampliar el vocabulario específico participar activamente, capacitarse en la toma de decisiones, favoreciendo así el desarrollo de habilidades y destrezas cognitivas (Echazarreta D., y Haudemand, R., 2009; Freeman, C. H., 2005)

El experimento físico docente y el laboratorio (Loedel E., 2002) permiten suscitar tareas docentes donde interactúa lo conceptual y su verificación práctica, originando una forma de pensamiento respaldada en el método científico Igualmente contribuye al desarrollo de la habilidad de modelación de procesos y la capacidad de generar modelos explicativos con base en la ciencia.

- Romper la parcelación de los contenidos de las actuales disciplinas científicas desconexas (Frey, 1989 citado por Gil D.1993) de lo que acontece en otras disciplinas curriculares, sin obviar que el hombre de ciencia utiliza la modelación para simplificar la realidad objeto de estudio, así como el control de variables.

En tal sentido la educación energética para la comprensión y transformación de... la actual situación de emergencia planetaria,... (López Alcantud J, 2007) demanda de esfuerzos interdisciplinarios. Por lo que a la luz de las actuales tendencias innovadoras de enseñanza de las ciencias, la educación energética no puede darse al margen de la interdisciplinariedad. Cuestión esta que refuerza la idea del (Fiallo J., 1996) tratamiento específico a la interdisciplinariedad en los diferentes niveles educativos, posibilitando desde una visión epistemológica la cooperación e intercambio entre dos o más asignaturas o áreas del saber (García J. y Colunga S., 2004) para la comprensión de los fenómenos.

En tal sentido, el profesor de Física debe mostrar competencia para conocer la repercusión de los contenidos de la educación energética en el actual currículo de la enseñanza preuniversitaria, así como para establecer los nexos interdisciplinarios (conceptos, modelos, principios, leyes, teorías, modos de actuación...) que esta ciencia contribuye a formar, que le permitirán una dirección científica de este proceso de enseñanza aprendizaje. Para lograr lo anterior, la gestión del trabajo metodológico del sistema educativo a diferentes niveles de dirección debe generar espacios de trabajo metodológicos y superación entre los profesores de diferentes asignaturas.

- La relación Ciencia-tecnología-Sociedad (C-T-S) posibilita que el curso de Física dé tratamiento a las implicaciones tecnológicas, socioculturales y profesionales de esta ciencia, velando su dimensión axiológica, (Acevedo B. 1995, Gil D. 1999, Vilchés A. y Furió C.1999).

La relación Ciencia-Tecnología-Sociedad es una tendencia didáctica de educación en ciencias pertinente para lograr la educación energética. La educación CTS, como su nombre lo indica, aspira a la cabal comprensión de las relaciones entre estos componentes, así como a romper con el falso mito de la neutralidad del científico y de la ciencia como un proceso al margen de la sociedad. La visión CTS contribuye a potenciar el interés del propio proceso científico enmarcado en un progreso social sostenible (Vilches y Furió, 1999); propicia la contextualización (Rizo N., 2007) social de los contenidos científicos y tecnológicos, analiza los impactos sociales que provocan la

ciencia y la tecnología en la sociedad y promueve la posibilidad de una participación responsable, bien informada y con fundamentos en determinados contextos sociales, cuestiones estas sustantivas de la educación energética.

La valoraciones antes realizadas permiten coincidir con Doménech et. Al. (2001) en la vinculación del enfoque CTS con la educación energética cuando plantea que esta debe instar al estudiante a resolver preguntas tales como:

- a. ¿Cuáles son las necesidades humanas que requieren recursos energéticos?
 - b. ¿Cómo evolucionan dichas necesidades?
 - c. ¿Cómo se distribuye el consumo mundial de los recursos?
 - d. ¿Cuáles son los problemas tecnológicos, ambientales, etc, asociados al uso de las diversas fuentes de la energía (extracción, transporte, residuos...)?
 - e. ¿Cómo funcionan las máquinas facilitadoras de los cambios?
 - f. ¿Cuáles son los debates actuales sobre reducción del consumo, energías alternativas, desequilibrios entre países desarrollados y en vía de desarrollo, etc., que dibujan en marco de auténtica emergencia planetaria? (Vilches y Gil 2003)
- Considerar en el proceso de enseñanza - aprendizaje la orientación sociocultural de la ciencia, sobre la base de los rasgos distintivos de la actividad científica investigadora contemporánea y las características de la actividad psíquica humana en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia (Valdés R y P. 2001).

Esta tendencia didáctica en la enseñanza de las ciencias defiende el fundamento que la Física como parte de la cultura no podrá enseñarse con enfoques tradicionalistas, al margen de las implicaciones sociales de la ciencia, obviando los condicionamientos político, económico y sociales de la ciencia, de manera que el estudiante comprenda las relaciones culturales con base en las ciencias, el cambio a experimentar, debe en esencia, posibilitar que el alumno reconozca la importancia de la Física en la comprensión de los fenómenos energéticos para vivir en armonía con el contexto sociocultural.

Es importante destacar en el curso de Física el carácter de empresa colectiva, donde la colaboración interdisciplinaria es sustantiva para la comprensión global de los fenómenos.

Las ideas anteriores expuestas desde la orientación sociocultural de la ciencia que propicie la educación energética debe:

- Presentar el curso a partir de problemas docentes vinculados a problemáticas energéticas.
- Desplegar un sistema de tareas docentes, partiendo de estructuras didácticas de las diferentes formas organizativas del proceso de enseñanza aprendizaje que generen niveles de motivación e implicación por el aprendizaje de los contenidos energéticos.
- Hacer explícita la necesidad de comprender los problemas energéticos, destacando su interés e importancia para la sociedad.
- Posibilitar la comprensión de los conceptos, principios y el diseño de modelos físicos del mundo.
- Generar hipótesis, hacer valoraciones cualitativas, de la situación energética actual, a partir del uso de las nuevas tecnologías.
- Deben explotarse el uso de diferentes mecanismos de comunicación de las ciencias, como medios de enseñanza y como contexto de aprendizaje.

A modo de conclusiones:

La educación energética, según el estado actual que poseen los recursos naturales, las fuentes renovables y no renovables y el uso desmedido de los mismos, tendrá que estar en el centro de la formación del individuo del siglo XXI. Sin lugar a dudas, demandará de una búsqueda incesante de resultados de las ciencias de la educación y de la innovación didáctica. Le corresponde a la enseñanza de las ciencias y de la Física en particular un rol preponderante. La comprensión de la energía y los procesos en torno a ella son el centro de una adecuada cultura energética en la necesaria superación de la actual tendencia conductista que se manifiestan en no pocos contextos educativos.

Bibliografía:

- Acevedo, J.A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique*, 3, 75-84. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>.
- Ausubel, D. 1978. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- Ávila E.R., 2010 Educación energética de respeto ambiental. Cátedra de Educación Energética, del Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. Miembro de CUBASOLAR.
- Bañas C., et. Al, (2004) Los libros de texto y las ideas alternativa sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 21, n. 3: p. 296-312 Disponible en <http://www1.unex.es/eweb/dcem/ar04CadBra.pdf>
- Bunge, M., (1999) La energía entre la física y la metafísica. *Revista de Enseñanza de la Física*, v 12, n.1, p 53 – 56.
- Bunge, M., (1983). *Paradigmas y Revoluciones en ciencia y técnica*. Conferencia Academia de Ciencias de Cuba. Junio de 1983.
- Castellanos D. y otros. (2001). *Aprender y Enseñar en la Escuela: Una concepción desarrolladora*. En formato digital. pdf.
- Cordero S y Mordeglia, C (2007). *Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras Universitarias físicas*. En *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Disponible en http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.256/ev.256.pdf
- Doménech et. Al. (2001) . *La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico*. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 14, n. 1, p. 45-60, 2001.
- Domínguez, Pro, García Rodeja, 1998 E. *Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p.161- 175, 1998.
- Echazarreta D., y Haudemand, R., (2009), *Resolución de Problemas Integradores de la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil*. *Formación universitaria* Vol. 2(6), 31-38(2009)
- Feynman, Richard P. (1963) [The Problem of Teaching Physics in Latin America](http://resolver.caltech.edu/CaltechES:27.2.LatinAmerica). *Engineering and Science*, 27 (2). pp. 21-30. ISSN 0013-7812 <http://resolver.caltech.edu/CaltechES:27.2.LatinAmerica>

- Fiallo J., (1996) La relación intermaterias: una vía para incrementar la calidad de la educación. MINED. La Habana.
- Freeman, C. H., (2005) Uso de Casos de Estudio para la Enseñanza de la Ciencia. <http://www.actionbioscience.org/eduaci/on.herreid.html#rimer> (2005). Acceso: 21 de octubre de 2009.
- García, J., y Colunga., S, (2004). Interdisciplinariedad para la formación profesional: desafío actual en la enseñanza politécnica. En Álvarez M., Interdisciplinariedad. Edit. Pueblo y Educación. C. de La Habana.
- Gil, D., (1993). Tendencias y experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias. Biblioteca virtual de la OEI. Disponible en URL: en <http://www.oei.es/>. Consultado Abril 23, 2004.
- Gil D. 1999,
- Kepler, J. ([1619], 1997). The Harmony of the World. Translated with an Introduction and Notes by E.J. Aiton, A.M. Duncan and J.V. Field. American Philosophical Society.
- Kesidou, S. and R. Duit, (1993). Students' conception of the second law of thermodynamics. An interpretive study. J. Res. Sci. Teach., 30: 85-107.
- Lehrman, (1973) Energy is not the ability to do work. The Physics Teacher, v. 11, p.15-18.
- Loedel E., (1949). *Enseñanza de la Física*. Ed. Kapeluz.
- López Alcantud J (2007) La atención a la situación del mundo en el tratamiento de la energía realizado por la educación tecnológica. Universitat de València.
- Maxwell J. C, (1878). Matter and motion. Reedición de 1991. New York: Dover, 1877
- Matvéev A.N., (1981). Física Molecular. Editorial MIR Moscú.
- Michinel, J. L. y D'alejandro, M. A. (1994). El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo lenguaje. Enseñanza de las Ciencias, 12(3), pp. 369-380.
- Oztas, F., 2009. Basic laws of thermodynamics and the influence of vitalistic conception on learning of the high school students about matter cycle and energy flow. J. AppliedSci., 9: 944-949.
- Rizo N., (2007) Estrategia didáctica de educación en ciencia tecnológica y sociedad en la carrera de ingeniería informática tesis en opción al grado de científico de Doctora de Ciencias Pedagógicas. Cienfuegos. Cuba.
- Rubinstein, S. L. (1965) El ser y la conciencia. Editora Universitaria. La Habana.
- Sears F. W.et. al. (2004). Movimiento Periódico. En F. W. SEARS, M. W. Zemansky, H. D. Young, & R. A. Freedman, *Física Universitaria* (Undécima ed., Vol. I, págs. 476-505).México: Pearson Addison Wesley.
- Solomón, J. (1985). Teaching the conservation of energy. PhysicsEducation, 20, pp. 165 – 176.
- Solomon, J., (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. Eur. J. Sci. Edu., 5: 49-59.
- Solomon, J., 1987. Energy; the ghost in the body. SchoolSci. Rev., 68: 635-644.
- Solbes y Tarín, (1998) Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

- Schiefelbein, E. (1995). Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe. Trabajo preparado para la Conferencia Anual del Banco Mundial para el Desarrollo en América Latina y el Caribe. Río de Janeiro, 12 y 13 de Junio de 1995), UNESCO-OREALC.
- Valdés R. y P (2001). Las características distintivas de la actividad psíquica humana en la educación científica. Revista Varona No 32. La Habana.
- Vilchés A. y Furió C. (1999). Ciencia, tecnología y sociedad: sus implicaciones en la educación científica del siglo XXI. Colección PROMET. Editorial Academia. La Habana.
- Vilches y Gil (2003) Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia. Madrid: Cambridge UniversityPress, 2003.
- Valdés R y P. 2001
- Warrren, J. W. (1982). The nature of energy. European Journal of Science Education, v. 4, n. 3, p. 295-297.