

Investigación sobre procesos de enseñanza – aprendizaje de las cuestiones energéticas desde el inicio de la educación energética

Research on teaching processes - learning of energy issues from the beginning of energy education

Pesquisa sobre processos de ensino - aprendizagem de questões energéticas desde o início da educação energética.

Jhonn Edgar Castro-Montaña¹

	<p>Resumen</p> <p>Se realiza una aproximación a un estado del arte de la investigación adelantada sobre procesos de enseñanza y aprendizaje de las cuestiones energéticas en la didáctica de las ciencias durante el desarrollo de la educación energética entre 1972-2011, periodo en el cual se evidencian cuatro tipos de resultados de investigación: Uno que se refiere a estudios referidos al abordaje netamente conceptual de las cuestiones energéticas.</p> <p>Palabras Clave: Educación energética, CTS, enseñanza-aprendizaje investigación.</p> <p>Abstract</p> <p>An approach to a state of the art of advanced research on teaching and learning processes of energy issues in science teaching during the development of energy education between 1972-2011, a period in which four types of Research results: One that refers to studies referring to the purely conceptual approach to energy issues.</p> <p>Keywords: Energy education, CTS, teaching-learning research.</p>
--	---

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá- Colombia. jecatrom@udistrital.edu.co

	<p>Resumo</p> <p>Uma abordagem para o estado da arte da pesquisa avançada sobre processos de ensino e aprendizagem de questões energéticas no ensino de ciências durante o desenvolvimento da educação energética entre 1972-2011, período em que quatro tipos de Resultados da pesquisa: Um que se refere a estudos que se referem à abordagem puramente conceitual de questões energéticas</p> <p>Palavras-chave:</p> <p>Educação energética, CTS, pesquisa ensino-aprendizagem.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

La educación energética es una propuesta educativa que emerge desde 1972 en el marco de la primera crisis energética. Si bien la educación energética se ha propuesto como una disciplina autónoma, (Kandpal & Garg, 1999); es innegable las relaciones que tiene con la educación ambiental y la educación científica especialmente con el enfoque CTS, en tanto que los protagonistas de la literatura sobre educación energética son profesores de ciencias, su ámbito es lo educativo y se han identificado cruces evidentes entre la didáctica de las ciencias y la educación energética (Castro y Gallego, 2015)

La educación energética es una propuesta educativa que emerge desde 1972 en el marco de la primera crisis energética. Si bien la educación energética se ha propuesto como una disciplina autónoma, (Kandpal & Garg, 1999) ; es innegable las relaciones que tiene con la educación ambiental y la educación científica especialmente con el enfoque CTS, en tanto que los protagonistas de la literatura sobre educación energética son profesores de ciencias, su ámbito es lo educativo y se han identificado cruces evidentes entre la didáctica de las ciencias y la educación energética.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de la energía, han girado en torno de cuatro grandes tendencias: la primera referida a la comprensión conceptual de la energía y de otros conceptos asociados a esta. La segunda, relacionada con el reconocimiento de lo energético como método de solución de problemas en la física, la tercera concerniente a la enseñanza de lo energético desde propuestas netamente experimentales y la cuarta referida a procesos de enseñanza y aprendizaje de la energía desde el enfoque CTSA.

En sus comienzos la educación energética centró la atención en la comprensión de la energía y de otros conceptos asociados a esta exclusivamente desde lo conceptual, al menos desde tres acciones: el análisis conceptual, investigación para la identificación de dificultades en los procesos

de enseñanza y aprendizaje del concepto de energía y propuestas de enseñanza y aprendizaje sobre conceptos de energía.

ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LAS CUESTIONES ENERGÉTICAS

El análisis conceptual de las cuestiones energéticas, consiste en un conjunto de reflexiones de orden interpretativo sobre la energía que buscaban contribuir a la clarificación del concepto, desde la construcción de un lenguaje adecuado y común que sirviera como referente en los procesos de enseñanza.

La diferenciación y establecimiento de relaciones entre conceptos asociados a lo energético, permitieron las primeras claridades. Así lo establecen Shaw (1974) y Kemp (1984) al abordar el estudio de las relaciones entre energía, trabajo, calor y temperatura. Por su parte, Beynon J. (1994) también lo hace al reconocer las incoherencias en el uso de términos de masa y energía.

De la misma manera, se hizo evidente la necesidad de la elaboración de un lenguaje adecuado y se propusieron algunas reflexiones al respecto. Inicialmente, Beynon (1990) presenta la energía como cantidad abstracta e identifica los problemas del uso del lenguaje en los procesos de enseñanza.

También se propusieron maneras alternativas de comprender el concepto de energía. Bunge (2000) establece algunos vínculos entre aspectos físicos y filosóficos relacionados con la energía. Por su parte, Daniel (1999) mostró una manera distinta de comprender la temperatura absoluta. Mientras que Morison (2003) adelantó reflexiones sobre la energía oscura.

Asimismo se presentaron propuestas sobre el uso de energía para analizar diversos sistemas. Moore (1993), por ejemplo, analiza la primera ley de la termodinámica desde el estudio de sistemas fuera del equilibrio. Igualmente, Alonso & Finn (1997) proponen introducir el concepto de energía para analizar un gran número de fenómenos físicos o procesos, en un sistema de partículas, a partir de fenómenos térmicos y las transiciones de fase de las reacciones químicas y nucleares, poniendo de relieve la interacción entre partículas.

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN QUE DEVELAN DIFICULTADES EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ENERGÍA

En relación a las dificultades de procesos de aprendizaje del concepto de energía se ha hecho evidente la falta de comprensión por parte de los estudiantes y profesores sobre el concepto de energía (Diakidoy & Iordanou, 2003; Goldring & Osborne, 1994), de manera más específica, cuando se

interpreta y describe la generación y propagación de ondas (Wolti, 2002) o cuando estudiantes universitarios tratan de explicar fenómenos biológicos (Chabalengula, Sanders, & Mumba, 2011) .

En los conceptos asociados a la termodinámica, la dificultades de aprendizaje se hace evidente la no diferenciación entre temperatura y energía interna en estudiantes de secundaria (Laburú & Mansoor, 2002) o en estudiantes universitarios (Niaz, 2006, Niaz, 2016) , la confusión entre energía interna y calor en estudiantes universitarios o entre calor y temperatura en profesores en formación (Carlton, 2000) y en estudiantes entre los 13 y 22 años (Domínguez Castiñeiras, De Pro Bueno, &García-Rodeja Fernández, 1998) ; también se ha reconocido que la construcción de un campo conceptual como el de la termodinámica transcurre por un camino difícil, en tanto que no es lineal, implica avances y retrocesos, aceptaciones y rupturas y la permanencia de ideas no acordes con el campo conceptual asociado a la energía (Guruceaga Zubillaga & González García, 2011) .

En los procesos de enseñanza, también, se han identificado dificultades. Solbes y Tarín (1998) hacen evidente que no se tienen en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes, no se aclara si la conservación de la energía es un principio o un teorema y no se presenta la conservación de la energía como un principio general de la física, además, cuando se adelantan procesos de enseña en la secundaria las ocasiones cuando se presenta la conservación de la energía solo se hace en mecánica y termodinámica pero no se introduce en todos los campos de la física (Solbes & Tarín,2004) .

De la misma manera, se han identificado errores conceptuales en libros de texto. Ibáñez & Ramos (2004) identifican la ambigüedad con la que se presenta el concepto de energía y el no tratamiento del principio de conservación de la energía en fluidos viscosos en libros de hidrodinámica. Mientras que Alomá & Malaver (2007) evidencian la falta de formalidad en los textos universitarios de termodinámica en relación con los conceptos de calor, trabajo, energía y el teorema de Carnot. Además, Strube (1988) visibiliza la falta de diversidad en el lenguaje utilizado en los libros de texto cuando se refieren a la energía. Mientras que McClelland (1989) muestra la asociación de la energía a un tipo de sustancia.

PROPUESTAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ENERGÍA

En relación con la formulación de alternativas de enseñanza del concepto de energía se han podido identificar, las que están orientadas por ideas constructivistas marcadas por el cambio conceptual y la resolución de problemas, las que proponen la enseñanza de la energía en niños de primaria, donde la

energía y su conservación como elemento articulador, algunas desde el uso de analogías y otras desde solución de problemas y presentación de prácticas de laboratorio.

En las propuestas basadas en ideas constructivistas se presenta el diseño y evaluación de secuencias didácticas para introducir el principio de conservación de la energía (Solbes, Guisasola, & Tarín, 2009) , donde se tienen en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes de la educación primaria y secundaria (Trumper, 1990; Carr & Valda, 1988; Kirkwood & Carr, 1989) , que además han permitido afirmar que los estudiantes construyen de forma más amplia el concepto de energía por medio del enfoque constructivista (Fetherston, 1999) , que un cambio conceptual sobre la ideas de energía es en dos vías ya que si se busca que los estudiantes cambien sus ideas hacia las ideas científicas, tanto el contenido como la práctica de la educación científica debe cambiar (Watts, 1983), que la transformación progresiva de los ideas de los estudiantes, sobre energía, hacia una visión científica, sigue una trayectoria en espiral por ciclos de abordaje comunicativo (Dumrauf & Cordero, 2004) , los maestros en formación aumentan su capacidad de resolver problemas relacionados con la energía y de aprender contenidos científicos referidos a la energía por medio de la resolución de problemas abiertos (Martínez Aznar & Varela Nieto, 2009) .

Algunas propuestas presentan pruebas donde los niños y niñas de la básica primaria tiene la capacidad de aprender conceptos abstractos como el de energía y que su tratamiento por medio de mapas conceptuales contribuye a la comprensión progresiva en niveles superiores como la secundaria y la educación media (Castro, 2015; Gutiérrez, 2015).

También se ofrece una enseñanza de la energía para los niños niñas de 11 a 14 años trascendiendo las exposiciones exclusivamente verbales y acompañarlas por cálculos sencillos en tanto la descripción de la naturaleza por medio de la energía implica un ejercicio cuantitativo (Lawrence, 2007), o una forma alternativa de enseñar energía eléctrica a niños trascendiendo la propuestas exclusivamente conceptuales desde lo verbal (Licht, 1991) .

Otras propuestas basan su importancia en la exploración de estrategias como el uso de analogías, argumentando que el desarrollo de la imaginación y la construcción de modelos contribuyen a que los estudiantes se comprometan con la comprensión teórica y fenomenológica de fenómenos eléctricos en los cuales se necesitan el uso de conceptos abstractos como energía o electrones (Taber, de Trafford, & Quail, 2006; Mould, 1998). De la misma manera, se presentan propuestas basadas en modelos didácticos analógicos los cuales argumentan que existe continuidad entre los modelos conceptuales de los estudiantes y el modelo teórico objeto del aprendizaje, contribuyen a una mejor comprensión de los conceptos (Viau, 2006).

CONCLUSIONES

La investigación en didáctica de las ciencias alrededor de las cuestiones energéticas ha sido amplia y diversa, ha pasado de identificar problemas de enseñanza y aprendizaje de conceptos asociados a la energía, reconocer lo energético como método de solución de problemas físicos y de cuestiones netamente experimentales, a procesos de formación de ciudadanos en el marco de la identificación de relaciones ciencia, tecnología y sociedad, CTS, que se mueven en las corrientes identificadas por Pedretti y Nazir (2011) lo que hace evidente, además, que el desarrollo de las propuestas también ha sido diverso. Sin embargo, a pesar de tan notables avances, no se logra vislumbrar resultado de investigación en la formación de profesores en la que dicha formación tenga entre sus aspectos fundamentales formar para comprender y hacer frente a la problemática energética actual, asimismo no se cuentan con resultados de investigación de la incidencia algún tipo de propuestas en la formación de profesores de ciencias, ni del impacto de los profesores de ciencias en la formación de ciudadanos en torno a las problemática en cuestión. Frente a lo anterior se propone reconocer los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias sobre cuestiones energéticas como un aspecto fundamental de partida que requiere ser ampliado desde propuesta concreta y contextual desde una educación energética.

REFERENCIAS

- Alonso, M., Finn, E. (1997). On the notion of internal energy. *Physics Education*, 32, 256.
<https://doi.org/10.1088/0031-9120/32/4/021>
- Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 387-400.
- Beynon, J. (1990). Some myths surrounding energy. *Physics Education*, 25, 314.
<https://doi.org/10.1088/0031-9120/25/6/305>
- Beynon, J. (1994). A few thoughts on energy and mass. *Physics Education*, 29, 86.
<https://doi.org/10.1088/0031-9120/29/2/006>
- Bizzio, M. d., Vázquez, R., & Núñez, G. (2009). Una indagación sobre la vinculación que realizan los alumnos entre su alimentación y el consumo energético. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 15.

- Blais, B. (2003). Teaching energy balance using round numbers. *Physics Education*, 38, 519. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/38/6/004>
- Bunge, M. (2000). Energy: Between physics and metaphysics. *Science & Education*, 9(5), 459-463. <https://doi.org/10.1023/A:1008784424048>
- Chabalengula, V., Sanders, M., & Mumba, F. (2011). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 241-266. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9291-2>
- Cardwell, D. (1989). James Prescott Joule and the idea of energy. *Physics Education*, 24, 123. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/24/3/302>
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35, 101. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/304>
- Carr, M., & Valda, K. (1988). Teaching and learning about energy in New Zealand secondary school junior science classrooms. *Physics Education*, 23, 86. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/23/2/003>
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 1(18), 112 - 137. <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>
- Castro-Montaña, J. E., & Gallego-Torres, A. P. (2015). La educación energética una prioridad para el milenio. *Revista Científica*, 1(21), 97-110. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a11>
- Diakidoy, I., & Iordanou, K. (2003). Preservice teachers' and teachers' conceptions of energy and their ability to predict pupils' level of understanding. *European Journal of Psychology of Education*, 18(4), 357-368. <https://doi.org/10.1007/BF03173241>
- Carmona, A. (2005). Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con estudiantes de secundaria. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).
- Goldring, H., & Osborne, J. (1994). Students; difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, 29, 26. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/29/1/006>
- Gutierrez-Sabogal, L. H. (2016). Problemática de la educación ambiental en las instituciones educativas. *Revista Científica*, 3(23), 57-76. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a5>
- Here, J. (2007). Solar heaters and other parabolic devices. *Physics Education*, 42, 267. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/42/3/005>

- Hugerat, M., Ilaiyan, S., Zadik, R., Zidani, S., & Zidan, R. (2004). The Impact of Implementing an Educational Project, the Solar Village, on Pupils, Teachers, and Parents. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 277-283. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031266.50184.b1>
- Hurtado, G. E. (2014). ¿Cuáles son las tendencias en las metodologías de enseñanza de la última década en iberoamérica?. *Revista Científica*, 1(18), 86 - 99. <https://doi.org/10.14483/23448350.5564>
- Ibáñez, M., & Ramos, M. (2004). Textbooks Presentation of the Energy-Conservation Principle in Hydrodynamics. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 267-276. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031265.34525.92>
- Kandpal, T., & Garg, H. (1999). Energy Education. *Applied Energy*, 71-78. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031265.34525.92>
- Kemp, H. (1984). The concept of energy without or work. *Physics Education*, 19, 234. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/19/5/003>
- Khumaeni, A., Tanaka, S., Ishii, K., & Kagawa, K. (2008). Demonstrations of the action and reaction law the energy conservation law using fine spherical plastic beads. *Physics Education*, 43, 637. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/43/6/012>
- King, C., & Kennett, P. (2002). Earth science contexts for teaching physics. Part 2: Contexts relating to the teaching of Energy, Earth and Beyond and Radioactivity. *Physics Education*, 37(6), 470.
- Kirkwood, V., & Carr, M. (1989). A valuable teaching approach: some insights from LISP (energy). *Physics Education*, 24, 332. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/24/6/002>
- Koul, R., & Dana, T. (1997). Contextualized Science for Teaching Science and Technology. *Interchange*, 28(2-3), 121-144. <https://doi.org/10.1023/A:1007348821292>
- Kriner, A., Castorina, J. A., & Cerne, B. (2003). El adelgazamiento de la capa de ozono: algunos obstáculos para su aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 136-154.
- Lawrence, I. (2007). Teaching energy: thoughts from the SPT11–14 project. *Physics Education*, 42, 402. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/42/4/011>
- Licht, P. (1991). Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach. *Physics Education*, 26, 272. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/26/5/003>
- Lopez-Rivera, Z. C. (2015). La Enseñanza de las Ciencias Naturales desde el enfoque de la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación ASCTI en la educación básica–media. *Revista Científica*, 2(22), 75-84. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a6>

- Morgan, R., Murray, R., & McMullan, J. (1976). Energy projects in undergraduate physics. *Physics Education*, 11, 434. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/11/6/007>
- Morison, I. (2003). Dark energy. *Physics Education*, 38, 205. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/38/3/301>
- Niaz, M. (2006). Can the Study o Thermochemistry Facilitate Students' Differentiation between Heat Energy and Temperature? *Journal of Science Education and Technology*, 15(3-4), 269-276. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9013-7>
- Niaz, M. (2016). History and Philosophy of Science as a Guide to Understanding Nature of Science. *Revista Científica*, 1(24), 7-16. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1>
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 1-26. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Shaw, R. (1974). How do you teach heat in schools? *Physics Education*, 9, 73. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/9/2/001>
- Solbes, J., & Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de Las Ciencias*, 16(3), 387-397.
- Solbes, J., & Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 185-194.
- Solbes, J., Guisasaola, J., & Tarín, F. (2009). Teaching Energy Conservation as a Unifying Principle in Physics. *Journal of Science Education and Technology*., 18(3), 265-274. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9149-3>
- Solbes-Matarredona, J., & Torres-Merchán, N. Y. (2015). Alternativas para reflexionar aspectos críticos de la ciencia en el aula. *Revista Científica*, 2(22), 31-44. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a3>
- Strube, P. (1988). The presentation of energy and fields in physics texts - a case of literary inertia. *Physics Education*, 23(6), 366. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/23/6/312>
- Taber, K., de Trafford, T., & Quail, T. (2006). Conceptual resources for constructing the concepts of electricity: the role of models, analogies, and imagination. *Physics Education*, 41, 155. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/41/2/006>
- Tang, K.-S. (2011). Reassembling curricular concepts: A multimodal approach to the estudy of curriculum and instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 109-135. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9222-7>

Trumper, R. (1990). Energy and a constructivist way of teaching. *Physics Education*, 25, 208. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/25/4/306>

Wolti, R. (2002). Concepciones de Estudiantes y Profesores Acerca de la Energía de las Ondas. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 270-261.