

MONOGRAFÍA

Energía, problemas socioambientales y libros de texto:
¿una relación compleja?

pp. 61-73

Lidia López-Lozano* y Emilio Solís Ramírez**

Universidad de Sevilla

RESUMEN: Este artículo tiene como objetivo conocer el tratamiento que diferentes editoriales realizan de los contenidos científicos en torno al tema de la energía, así como del modelo socioambiental que subyace en dicho tratamiento. La selección de libros de texto es del curso de 4º de E.S.O. Las categorías analizadas han sido: la conceptualización de la energía, el tratamiento del principio de conservación, el concepto de degradación y el modelo socioambiental que desarrollan. Se han establecido niveles basándonos en criterios de riqueza científico-didáctica y de integración del conocimiento científico y el conocimiento cotidiano, como base del conocimiento escolar. La mayoría de las editoriales se sitúan en el nivel más simple. Las conclusiones muestran la descontextualización y el reduccionismo con el que se abordan los contenidos.

PALABRAS CLAVE: *Energía; Modelo socioambiental; Libros de texto; Enseñanza Secundaria.*

* * * * *

ABSTRACT: *Energy, socio-ambiental problems and textbooks: A complex relationship?*

This article aims to determine the treatment that different publishers of a selection of 4th year high school textbook give to the scientific content on the topic of energy and on the current socio-environmental model based on the collection and use of energy. The analyzed categories have been: conceptualization of energy, the explanation of the principle of energy conservation, the phenomenon of degradation and the development of the socio-environmental model. Levels have been established based on criteria of scientific and pedagogical wealth and integration of scientific knowledge and everyday knowledge base of scholastic knowledge. Most editorials are at the simplest level. The findings show the decontextualization and the reductionism with which the contents are addressed.

Keywords: *Energy; Socio-environmental model; Textbooks; Secondary Education.*

* * * * *

RÉSUMÉ: *L'énergie, les problèmes socio-environnementales et les manuels scolaires: ont-ils une relation complexe?*

Cet article présente une expérience de recherche-action participative menée dans un quartier de Séville, dans le quartier de San Jeronimo. L'objectif principal est la transformation locale par les générations plus jeunes du quartier, qu'après un diagnostic participatif de leur milieu, ils sentent le besoin de changer cette situation, parce qu'ils reconnaissent le manque d'espaces pour tous les citoyens. On a réalisé une enquête et différents instruments de collecte des informations ont été utilisés. Nous soulignons dans cet article l'utilisation de la communauté cartographie comme outil participatif qui prend sens dans le cadre d'un projet comme celui que démontre. Les résultats révèlent l'importance de la participation pour produire des changements dans la population et l'environnement, compte tenu de l'engagement qui s'acquiert avec l'environnement lors qu'ils développent un sentiment d'appartenance et d'identité avec le quartier où ils vivent, et, par conséquent, une amélioration des relations avec les moyens sociaux et environnementaux.

MOTS CLÉ: *Participation; Cartographie sociale; Jeunes; Recherche-action participative; Éducation à l'environnementale.*

* Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. Doctorado en Educación. lidialopez@us.es

** Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. IPEP de Sevilla. esolis@us.es

☒ Artículo recibido el 6 de febrero de 2015 y aceptado el 1 de julio de 2015.

Introducción

El concepto de energía es un concepto central en cualquier materia de Ciencias de la Naturaleza, por su dimensión multidisciplinar, por su carácter globalizador e integrador de otros contenidos curriculares y por tratarse de un concepto puente en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente (en adelante, CTSA). Todo ello hace que sea uno de los temas claves del currículo de ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. En la recién publicada LOMCE (MEC, 2015), aparecen varios núcleos relacionados con la energía en Secundaria, como los que se pretenden analizar en este trabajo.

Su importancia en las ciencias va acompañada de su complejidad en la enseñanza. Podríamos resumir en tres puntos generales lo que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la energía:

1º Físicos relevantes (Feynman, Leighton y Sands, 1963; Hewitt, 2002) destacan el concepto de energía como el más importante de la Ciencia y, a la vez, el más abstracto, no es ni directamente observable ni medible, solamente es evidente cuando experimenta cambios. Al ser una idea abstracta, de difícil definición y comprensión ha generado gran controversia y diversos enfoques entre los autores a la hora de proponer una definición y una manera de introducir el concepto de energía (López – Rupérez y López - Rupérez, 1983; Duit, 1987; Hierrezuelo, 1995; Pérez-Landazábal, Favieres, Manrique y Valera, 1995; Domenéch et al., 2007).

2º Es un concepto que se mueve entre dos dominios de conocimiento (Duit, 1981; Solomon, 1983), por un lado el científico, y por otro, el del uso cotidiano. Dentro del dominio científico, el estudio de Lancor (2013) determinó que, efectivamente, había diferencias en cómo se conceptualiza el término en los diferentes contextos científicos. Pero, además, su caracterización es muy distinta en el ámbito cotidiano, donde la energía se sustancializa, se “gasta” y desaparece, etc. (Hierrezuelo y Montero, 1991).

3º El concepto de energía es uno de los que histórica y epistemológicamente ha tenido un

proceso más largo, casi dos siglos, de gestación y discusión hasta alcanzar un consenso científico aceptable (Holton, 1979; Solbes y Tarín, 2004, 2008).

A todo lo anteriormente expuesto, relacionado con el carácter científico y el tratamiento didáctico, se suma el actual contexto social de crisis energética, que obliga a replantearnos en profundidad qué y cómo enseñar la energía y para qué. Así, para abordar esta temática de una manera responsable, es necesario, como bien indican Ballenilla y García (2008), un profundo cambio en el tratamiento didáctico de la misma, que implica trabajar a fondo, de manera más compleja, el concepto de energía y su conservación y abordar la perspectiva social y medioambiental de la problemática energética.

Por otra parte, conocida la presencia hegemónica del libro de texto en las aulas y su utilización por parte del profesorado como principal recurso (Jiménez, 2000), ha sido objeto de numerosas investigaciones desde el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Jiménez, 2000; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008; Ocelli y Valeiras, 2013).

Pero, ¿conectan las editoriales en los libros de texto los conceptos abordados en el estudio de la energía con el impacto social, económico y ambiental que su obtención y uso determinan? En el desarrollo de este trabajo intentaremos dar algunas respuestas a esta pregunta.

Marco teórico

La energía se presenta como una temática que propicia trabajar tanto conocimientos científicos como aspectos éticos, morales e incluso afectivos, relacionados con la reflexión y toma responsable de decisiones (García, 2008; Rivero y Solís, 2008; España y Prieto, 2010). Esto implica comprender la energía como magnitud o propiedad de los sistemas, relacionada con los procesos de cambio y con las transformaciones. Resaltamos que distinguir las propiedades de conservación y degradación de la energía es básico para interpretar fenómenos de importancia social y estimar las consecuen-

cias ambientales de la producción y consumo de la energía (Solbes y Tarín, 2004).

La Figura 1 muestra las conexiones que se pueden establecer entre estos conceptos. Dicho esquema se ha seguido como ruta para el análisis de los textos y el establecimiento del sistema de categoría

Para Domenéch et al. (2007) atender a las relaciones CTSA, en el caso de la energía, supone:

incluir la construcción de productos científicos y tecnológicos (...), superando así los enfoques excesivamente libresco, así como la discusión de la estrecha relación de las cuestiones energéticas (su papel en nuestras vidas, los problemas asociados con la obtención de y el uso de recursos de energía...) con la actual situación de emergencia planetaria (Gil-Pérez et al., 2003) (p. 59).

Desde el enfoque CTSA, los contenidos que se recogen en los libros de texto han dado lugar ya a una amplia investigación didáctica (Comisión de Educación de Ecologistas en Acción, 2006; Ríos y Solbes, 2007; Pro y Pro, 2011; Mar-

tín, Prieto y Jiménez, 2013). Lamentablemente, la mayoría manifiestan la deficiente atención por parte de los textos a aspectos tan importantes como las repercusiones medioambientales, socioeconómicas y políticas intrínsecamente relacionados con la energía.

Por otro lado, queremos contextualizar el análisis del tratamiento de los contenidos de la energía en los libros de texto en un marco más general. Estudios internacionales como el TALIS muestran que el sistema educativo español, junto con el de otros países del sur de Europa, es uno de los que más se apoya en métodos de enseñanza basados en la “transmisión directa del conocimiento” (OCDE, 2009). Asimismo, de acuerdo con Pro (1999), en esta enseñanza mayoritaria existe una gran heterogeneidad en las actividades que se desarrollan en el aula, pero predominan la exposición del profesor y algunas de las modalidades de trabajo individual del alumno, fundamentalmente las actividades recomendadas en los libros de texto.

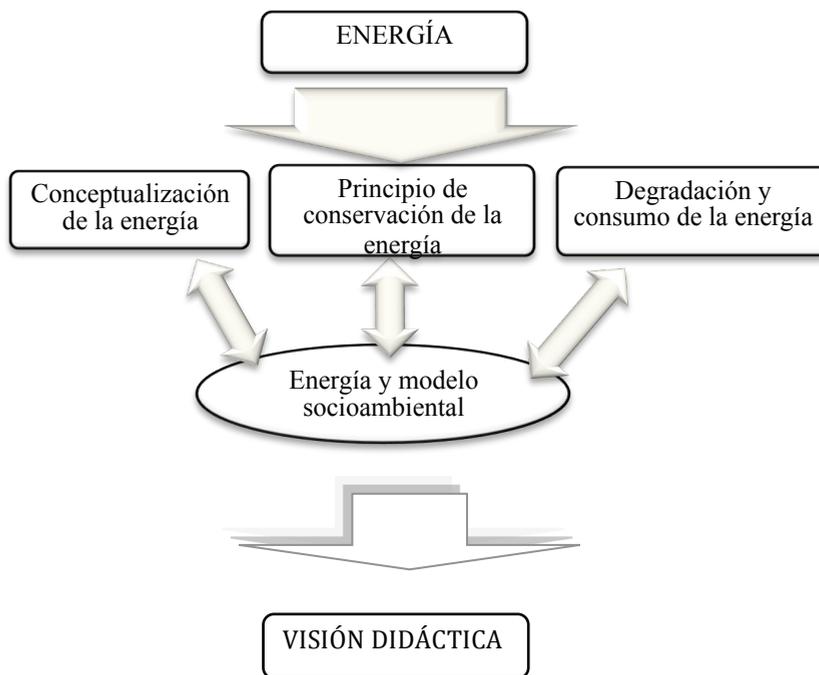


Figura 1. Ruta de análisis de los textos de las editoriales seleccionadas.

Este tipo de enseñanza se enmarca dentro de un modelo de enseñanza que podemos denominar *Tradicional* utilizando la terminología adaptada del Proyecto Curricular IRES. Dentro del proyecto IRES, existe una tipificación de estos modelos, revisada por Porlán y Rivero (1998), García (2000) y Solís (2012) atendiendo, fundamentalmente, a categorías relacionadas con las concepciones curriculares y las concepciones epistemológicas preponderantes en cada uno de ellos.

Partiendo de estos referentes, el análisis de contenido que hemos hecho de la propuestas de las distintas editoriales, lo hemos sustentado en la idea de la transición que se puede dar entre un tratamiento científico-didáctico simple, de acuerdo con una visión enciclopédica de los contenidos, que se correspondería con un modelo didáctico de corte tradicional, hasta un tratamiento complejo y rico, desde un punto de vista científico-didáctico, que se correspondería con un modelo didáctico de investigación (ver Figura 2). Entre una y otra postura se encontrarían situaciones intermedias (Solís, Porlán y Rivero, 2012).

Diseño de la Investigación

De lo que se trata es de analizar si el tratamiento de los contenidos de los libros de texto es más propio de cómo se entienden los

contenidos en un modelo tradicional o en un modelo de referencia o en un modelo intermedio (Figura 2), a través de conocer cuál es el tratamiento que realizan las diferentes editoriales de tres conceptos: energía, principio de conservación de la energía (PCE, en adelante) y degradación-consumo de la misma. Además, pretendemos analizar si dichos resultados tienen relación con la cuarta categoría contemplada, la relación entre la concepción de la energía y la comprensión de los problemas socioambientales.

La muestra la componen libros de texto de Física y Química de 4º de E.S.O. de seis editoriales (ver Tabla 1), todos aprobados por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, cuyos textos legislativos de referencia son el Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (MEC, 2007) y la Orden de 10 de agosto de 2007 (CAA, 2007).

La metodología seguida ha consistido en lo siguiente:

1º Análisis de contenido (Bardin, 1986) mediante extracción de unidades de información (UI en adelante) relevantes en los capítulos analizados dentro de cada texto, como se muestra en la Tabla 1.

2º Clasificación de dichas UI en las categorías anteriormente reseñadas (A: conceptualización de la energía, B: Principio de con-

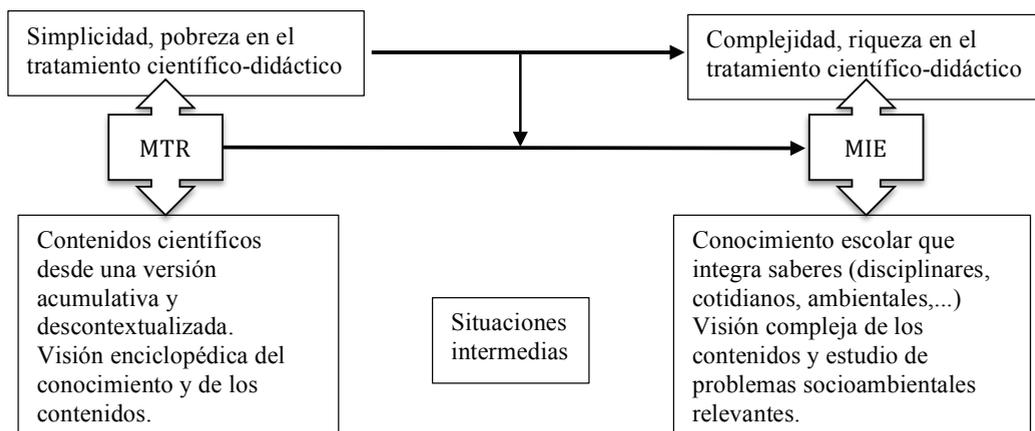


Figura 2. Referentes para análisis del contenido.

Código	Editorial	Año de publicación	Capítulos analizados
E1	Bruño	2008	8. Energía y trabajo. Conservación de la energía 10. El progreso de la Ciencia
E2	SM	2009	7. La energía y sus fuentes 8. Energía y trabajo
E3	Anaya	2008	6. Transferencia de energía: trabajo, calor y radiación 8. Reacciones químicas
E4	McGraw-Hill	2008	6. Trabajo, potencia y energía mecánica 7. Calor y Energía térmica
E5	Elzevir	2008	Capítulo 4. Energía U1. Conservación y transferencia de energía U2. Construcción de un futuro sostenible
E6	Santillana	2008	5. Trabajo y energía 6. Transferencia de energía: calor

Tabla 1. Relación de editoriales que componen la muestra.

servación de la energía (PCE), C: consumo y degradación de la energía y D: energía y modelo socioambiental).

3º Definición de niveles, de acuerdo con lo planteado anteriormente en relación con las categorías del estudio (ver Figura 1), nuestro referente teórico (ver Figura 2) y el proceso de análisis y negociación con los datos. Dichos niveles se muestran, para una mejor lectura, en la presentación y discusión de resultados.

Presentación y discusión de resultados

Conceptualización de la energía

A pesar de ser bastante uniforme la definición dada, encontramos diferentes opciones a la hora de introducir el concepto. Mayoritariamente la definición está asociada a las transformaciones y a los cambios, aunque con algún matiz que otro, por ejemplo la E1 la califica de *medida*, con la que el sistema mide su capacidad de transformación.

Coinciden también en que presentan el concepto de energía antes que el de trabajo, pero podemos decir que las E4 y E6 dan un tratamiento a la energía de “herramienta” para tratar y trabajar sobre el trabajo en mecánica.

Así, E4 introduce estos conceptos, trabajo y energía, como “*Otra alternativa para estudiar el movimiento*” y expone: “*Entendemos, pues, la energía como una capacidad de realizar trabajo. Esta idea es correcta y, por tanto, no está en desacuerdo con el sentido científico de energía. En cambio, la palabra trabajo, (...) la utilizamos con menos precisión*” (p.141). La E4 trata la energía esencialmente desde y en un tema centrado en la Dinámica (véase título del tema en Tabla 1). Exceptuando la E5 y E2, el resto de editoriales introducen el término de energía junto a los conceptos que se refieren a las transferencias de energía: trabajo, calor, potencia, etc.

Se constata que tres editoriales, E1, E4 y E5 marcan la diferencia entre el campo científico y el cotidiano respecto al significado de la energía, aunque difieren en la manera de exponerlo. Desde nuestro punto de vista y de acuerdo con Solomon (1983), lo más interesante didácticamente es que los estudiantes sean capaces de pensar y operar en ambos ámbitos siendo capaces de distinguir entre ellos. En este sentido se desarrolla solo la E5.

Únicamente una de ellas, E3, hace una referencia sobre la evolución científica del concepto como forma de introducir una definición, acercándose a la postura de varios autores (Solbes y Tarín, 2008; Domenéch et al., 2007). Estos proponen el uso de la historia de las ciencias

como una notable contribución para mejorar la adquisición del concepto de energía y clave tanto para la superación de ciertas dificultades en torno a dicho concepto como para acercarlos al procedimiento científico. Tristemente, no se presenta como metodología para construir el concepto.

Por último, señalar que a pesar de las investigaciones y trabajos realizados en torno a las ideas de los alumnos y las dificultades de aprendizaje que presentan en torno a la energía (Duit, 1984; Hierrezuelo y Montero, 1991; Solbes y Tarín, 1998), pocas editoriales construyen la unidad didáctica teniendo en cuenta dichas concepciones. Por ello, es de destacar E5, cuya secuencia de contenidos y los propios contenidos muestran la consideración de lo que los alumnos entienden por energía y de sus dificultades de aprendizaje.

Si aplicamos a la Conceptualización de la energía un gradiente de resultados en función de la diversidad de riqueza y complejidad tanto científica como didáctica de las UI encontradas, podemos definir dos niveles (N1 y N2), de menos a más complejidad. Estos dos niveles se encontrarían próximos al MTR y al MIE, respectivamente, sin que hayamos encontrados situaciones que permitan describir niveles de transición entre estas dos situaciones. Por otra parte, en el análisis sí hemos considerado que aporta riqueza al estudio el considerar, dentro del nivel N1, dos subniveles, más relacionados con el tratamiento científico de las diferentes categorías que con su tratamiento didáctico.

Esta situación se va repitiendo a lo largo del resto de las categorías y la presentaremos en la descripción de los datos de cada una de ellas.

Hecho este análisis, en la Tabla 2 se muestra la clasificación de las editoriales en los distintos niveles considerados.

Principio de la conservación de la energía

Más importante que poder decir que es la energía, es comprender como se comporta, como se transforma. Podemos comprender mejor los procesos y los cambios que suceden en la naturaleza si los analizamos en términos de transformaciones de energía (...). La energía es la forma que tiene la naturaleza de llevar la cuenta. (...). (Paul G. Hewitt, 2002, pág. 117).

El PCE es pieza clave en la comprensión del significado de la energía. Feynman et al. (1963) entre otros, la definen como una magnitud abstracta que no cambia en los múltiples cambios que sufre la naturaleza, *que se conserva*. Varios trabajos de investigación llevados a cabo con estudiantes tanto de Secundaria como de cursos superiores, desvelan que, desgraciadamente, el PCE resulta de difícil asimilación y no lo usan para explicar fenómenos (Duit, 1981 y 1984; Black y Solomon, 1983; Driver y Warrington, 1985; Solbes y Tarín, 1998).

Tras el análisis, en el tratamiento de esta dimensión se encuentran los siguientes recorridos didácticos:

Categorías de estudio	Niveles	Definición de niveles	Editoriales
Categoría A: conceptualización de la energía	N1	N1a Conceptualización derivada del trabajo → definición operacional (visión científica)	E4
		N1b Conceptualización ligada a las transferencias (W y Q) (conocimiento científico)	E1, E2, E3, E6
	N2	Conceptualización integradora de la energía (conocimiento científico + conocimiento cotidiano)	E5

Tabla 2. Clasificación de las editoriales en los niveles establecidos en la categoría A.

1a) En un primer recorrido didáctico se encuentran las editoriales E1, E4 y E6. Solo tratan la conservación de la energía mecánica, enunciándolo como principio partiendo del trabajo puramente mecánico.

1b) En un segundo recorrido didáctico se encuentran las editoriales E2 y E3. E2 usa un corte didáctico tradicional: «*La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma*» (E2, p.114), pero a través del estudio de transformaciones energéticas y la degradación energética. E3 usa este principio como un axioma absoluto y no un teorema deducido.

El tercero, busca llegar al PCE abordando el estudio de la conservación y de la degradación de la energía durante las transformaciones energéticas. Presenta un PCE generalizado, como un balance energético entre diferentes tipos de energía. Dentro de esta opción se encuentra E5.

Estos recorridos didácticos desarrollados por las diferentes editoriales se sintetizan en la Tabla 3, donde se clasifican según niveles establecidos.

Este análisis pone de manifiesto lo que Solbes y Tarín (2008) apuntan sobre la relación que existe entre las dos posturas en las que osciló históricamente el tratamiento de la conservación de la energía dentro de la mecánica. El tratamiento por parte de los libros de texto sigue sin clarificar la situación de la conservación de la energía al deducirlo de las leyes de la dinámica.

Consumo y degradación de energía

Del análisis de los textos, lo más destacable es que no todas las editoriales tratan el aspecto de degradación de la energía. Sí se hace uso del término degradación, pero no todas lo tratan como una de las cuatro propiedades fundamentales de la energía, ni se usa para explicar los fenómenos, ni para interpretar problemas, más bien usan expresiones como “el trabajo se convierte en calor”, “la energía se disipa” o similares (Solbes y Tarín, 2004). Por ejemplo, de la caída de un lápiz al suelo: “*Al final, tanto el calor como la energía se disipan en el aire en el suelo, aumentando su energía térmica*” (E4). Casos como este los encontramos, además, en E1, E3 y E6.

Expresiones del lenguaje cotidiano tan frecuentes como “producción de energía”, “ahorro energético”, “consumo o gasto energético” están en total contradicción con la formulación del PCE, dificultando a los estudiantes la asimilación de la idea física de conservación. De acuerdo con lo que Hierrezuelo et al. (1995) afirman, el estudio de la conservación y de la degradación de la energía son aspectos estrechamente ligados. Ellos proponen comenzar centrándose en la idea de degradación para conectar con las ideas de los alumnos, en sintonía con lo que Duit (1981 y 1984) sugiere. Este autor resalta activar los esquemas de transferencia, conservación, transformación y degradación de la energía para poder comprender tanto el con-

Categorías de estudio	Niveles	Definición de niveles	Editoriales
Categoría B: Principio de conservación de la energía	N1	N1a Secuencia: Trabajo mecánico →teorema de las fuerzas vivas →Energía cinética y potencial →PCE	E1, E4, E6
		N1b Secuencia: PCE generalizado →Transferencia/transformación→ PCE	E2, E3
	N2	Secuencia: conservación y degradación de energía durante transformaciones energéticas →PCE generalizado (balance energético)	E5

Tabla 3. Clasificación de las editoriales en los niveles establecidos en la categoría B.

cepto de energía como el PCE. Solbes y Tarín (2004) añaden que es absolutamente necesario comprender la degradación en términos de irreversibilidad. Solomon (1985) señala como modificación positiva en el proceso de enseñanza- aprendizaje sobre la energía y el PCE, la inclusión de las nociones de degradación y disipación de la energía previamente a tratar el primer principio.

Para paliar este conflicto entre dominios de conocimiento, Schlichting (1985) (citado en Hierrezuelo et al., 1995) propuso introducir una nueva característica de la energía: la calidad. Término muy útil desde el punto de vista didáctico. Expresiones como las anteriores se explicarían teniendo en cuenta la noción de degradación y disipación de la energía ya que implican energías de mayor o menor calidad. Es decir, energías más o menos útiles (Hierrezuelo y Montero, 1991). En esta línea se encuentran E2 y E5 y son, también, las que abordan el PCE desde la degradación energética: «*Generalmente, cuando usamos la energía para algún proceso, utilizamos energía de una determinada calidad y al final del proceso, tenemos la misma cantidad de energía interna del ambiente que aumenta su temperatura. Decimos que la energía se ha degradado. En el lenguaje cotidiano decimos que «se ha consumido energía», aunque en realidad sigue existiendo la misma cantidad de ella, pero ahora de calidad inferior»* (E5, p.175).

Este recorrido didáctico que se ha desarrollado para las diferentes editoriales se sintetiza en la Tabla 4.

Energía y Modelo Socioambiental

Se considera clave en el tratamiento del tema de la energía en este nivel educativo conectar los conceptos de degradación y consumo y la alusión al PCE con el tratamiento del problema energético. Del mismo modo, también se considera importante reflexionar sobre *el cómo*: si están descontextualizados los contenidos, si favorecen o no la adquisición de una actitud crítica ante los acontecimientos, o si promueven la cultura científica en nuestro alumnado de manera que le proporcione herramientas para intervenir en su mundo o por lo menos cuestionar su alrededor, de acuerdo con el modelo descrito anteriormente (Rivero y Solís, 2008).

Los contenidos que conforman esta dimensión se encuentran, por una lado, en la unidad didáctica que aborda la energía en las editoriales: E5, E2, E4 y E6. Las dos últimas, mayoritariamente, para tratar las fuentes de energía y, las dos primeras, por el contrario, trabajan el concepto de energía desde su relevancia socioambiental; la E5 es la que más ampliamente desarrolla estos contenidos dedicándole un capítulo dentro de la unidad, lo que demuestra el peso que le otorga a las relaciones CTSA. En cambio, E3 y E1 optan por relegar estos contenidos a las secciones de ampliación o complementarias dentro de la unidad y en otras unidades. De hecho, en E3 encontramos parte de estos ítems en el tema dedicado a las reacciones químicas y en E1 en el tema final dedicado al progreso de la Ciencia. Desde nuestro punto de vista, esto implica descontextuali-

Categorías de estudio	Niveles	Definición de niveles	Editoriales
Categoría C: degradación y consumo de la energía	N1	N1a Presencia de forma anecdótica. Consumo sin degradación	E1
		N1b Degradación vinculada solo al Calor	E3,E4, E6
	N2	Consumo y degradación de energía mediante concepto de "calidad"	E2, E5

Tabla 4. Clasificación de las editoriales en los niveles establecidos en la categoría C.

zación total de los conceptos, separados tanto en tiempo como en espacio. En consecuencia, se pierde la conexión con los contenidos estudiados relacionados con la energía.

Mayoritariamente el consumo de energía se plantea como inevitable e incuestionable y como medidor directo del desarrollo económico y social (de este modo aparecen en las editoriales E2, E3, E4 y E6). Así, se asocia a países en “vía de desarrollo” aquellos con menor consumo energético, por lo que se presenta un modelo socioeconómico basado en dicho consumo: «*La sociedad necesita la energía para todas sus actividades. La mejora de la calidad de vida y el incremento del desarrollo económico requieren un consumo energético creciente. Por ejemplo, Estados Unidos tiene un consumo energético por habitante mil veces mayor que Nepal*» (E2, p. 122). Algunas editoriales eluden la inviabilidad de nuestro modelo de consumo energético o ni lo plantean, por ejemplo E6. Consecuentemente, en general, no encontramos por parte de las editoriales un planteamiento de modelo de desarrollo social y ambientalmente sostenible. A lo sumo, algunas editoriales lo único que contemplan son aquellos cambios que sean capaces de permitirnos continuar nuestro modelo económico. Las dos razones mayoritarias que lo conducen siguen siendo el agotamiento de los fósiles y el cambio climático. También se apunta al coste elevado de la energía. No se relaciona con la injusticia social, los intereses políticos y económicos generados o con el respeto a los recursos naturales. Las implicaciones sociales y económicas que conlleva el modelo actual de consumo sigue siendo un punto que las editoriales mayoritariamente no enuncian. De hecho, de la muestra, solo en la E5 se encuentran de manera significativa.

En las seis editoriales se atienden aspectos relacionados con las fuentes de energía. Las renovables tienen más peso que las no renovables en los textos, lo que se entiende como una apuesta por el futuro. Se refieren a ellas como limpias e inagotables y algunas coinciden en presentarlas como poco desarrolladas. E5 es la única que rompe esa tendencia del resto de caracterizarlas como ilimitadas o inagotables, indicativo de que no se

presta suficiente atención al proceso de captura y transformación en energía aprovechable. Esto puede fomentar en el alumnado la idea errónea de que las energías renovables nos permitirían un consumo también ilimitado. En línea con los resultados obtenidos por Martín, Prieto y Jiménez (2013), se encuentra una deficiencia en el tratamiento de las ventajas e inconvenientes asociados a la producción de energía y a las consecuencias que conllevan a nivel económico, social y ambiental.

Las referencias a la sostenibilidad que encontramos en cuatro de las seis editoriales se hacen a través del concepto de “desarrollo sostenible”. De ellos, tres abarcan el término, lo definen y desarrollan aspectos relacionados con ello. La E5 lo hace desde la premisa de inviabilidad del actual modelo de desarrollo y analiza con detalle sus impactos negativos. La E2 aborda el desarrollo sostenible desde una perspectiva económica y de dependencia energética y E1 como un desafío para la ciencia; E3 vagamente se refiere a la sostenibilidad, la solución a la crisis energética pasa por los avances científicos desde la perspectiva de satisfacer las necesidades energéticas que tenemos: «¿Qué haremos cuando se agoten? Gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología, comienza a ser factible el uso de las energías renovables, que no contaminan(o lo hacen escasamente) y que son inagotables, pero por el momento no son suficientes para abastecernos.» (p. 172). Aparece en un gran número de ocasiones la ciencia y la tecnología como la solución al problema energético, lo que Ballenilla y García (2008) llaman el mito del *optimismo tecnológico*. Esto conlleva a una forma de pensamiento simplista que no fomenta el autocontrol, ya que la situación, como indican estos autores, queda en manos de un gestor y/o experto.

Se encuentran pocos textos que realcen la necesidad de limitar el consumo tanto material como energético. Por ejemplo, de nuevo en E3 se puede leer opciones como el uso “*inevitable*” de la energía nuclear de fisión o la mejora de las fuentes de energía renovables como solución al problema de agotamiento de los recursos para mantener el nivel de consumo de hoy en día, en

línea con lo expuesto por la Comisión de Educación de Ecologistas en Acción (2006).

Apuntamos el hecho de que se limitan a mencionar problemas medioambientales (contaminación) y/o el agotamiento de recursos fósiles. Se presta escasa atención a los socioeconómicos, como pueden ser la pérdida de diversidad cultural, explosión demográfica, desequilibrios sociales, urbanización salvaje, conflictos relacionados con la degradación de los ecosistemas y diversidad biológica. Alguna excepción por parte de la E5, que es la más rica en contenidos abordando estos problemas, son las referencias que se hacen al hiperconsumo o a los efectos sobre la salud.

Por lo tanto, se puede decir que, mayoritariamente, las editoriales trabajan la energía como un concepto físico, más bien desvinculado de los problemas socioambientales por su tratamiento simplificador (siendo éstos problemas complejos de respuestas múltiples, abiertas

y debatibles). Mayoritariamente se presentan los conceptos científicos como herramientas para solucionar problemas numéricos, pero desligados de problemas de carácter económico, social y ambiental, evitando así cualquier tipo de controversia (Martín, Prieto y Jiménez, 2013). Este recorrido didáctico que se ha desarrollado para las diferentes editoriales se sintetiza en la Tabla 5.

Analizado el tratamiento de cada dimensión y enmarcadas las editoriales en cada una de ellas en el nivel de riqueza científico-didáctico correspondiente, podemos plantearnos si el desarrollo didáctico mayoritario es el más adecuado. En la Tabla 6 se muestran agrupadas por niveles cada una de las editoriales según las categorías de estudio, mientras en la Tabla 7 se representa la situación en los distintos niveles de cada editorial en cada una de las categorías de estudio.

Categorías de estudio	Niveles	Definición de niveles	Editoriales
Categoría D: energía y modelo socioambiental	N1a	Modelo energético sin implicaciones socioeconómicas y políticas	E1, E3, E4, E6
	N1b	Modelo energético-modelo socioeconómico y político/sin tratar significativamente las consecuencias en tres ámbitos: ambiental, económico y político	E2
	N2	Modelo energético-modelo socioeconómico y político/consecuencias/estilo de vida (aspectos socioafectivos)	E5

Tabla 5. Clasificación de las editoriales en los niveles establecidos en la categoría D.

Categorías \ Nivel	1a	1b	2
	A	E4	E1 E2 E3 E6
B	E4 E6 E1	E2 E3	E5
C	E1	E3 E4 E6	E5 E2
D	E1 E3 E4 E6	E2	E5

Tabla 6. Ubicación de las editoriales por dimensión y niveles.

Editoriales \ Categorías	A	B	C	D
E1	1b	1a	1a	1a
E2	1b	1b	2	1b
E3	1b	1b	1b	1a
E4	1a	1a	1b	1a
E5	2	2	2	2
E6	1b	1a	1b	1a

Tabla 7. Niveles que presentan las editoriales en las categorías A – D.

Conclusiones

En general, hay cierta coherencia didáctica interna considerando los cambios de nivel que cada editorial realiza a lo largo de las cuatro categorías analizadas y el tipo de cambio de nivel que se da.

Por otra parte, si analizamos los niveles de cada editorial en cada categoría (ver Tabla 6 y 7) observamos que la mayoría (E1, E3, E4 y E6) se sitúan en el N1 en todas las categorías de estudio, y dentro de este nivel, algunas de estas editoriales se sitúan mayormente en el N1a. En cambio, la E5 se sitúa en todas las categorías de estudio en el nivel 2. Entre estas dos posturas podríamos enmarcar a E2 en una situación intermedia, ya que en todas las categorías se sitúa en N1b y en el tratamiento del consumo y degradación de la energía se posiciona en un N2.

Por otro lado, todas las dimensiones estudiadas se han encontrado en todas las editoriales, aunque la degradación de la energía sigue siendo el atributo más marginal por la escasa importancia que se le otorga en los textos (recordemos que partíamos de la presencia anecdótica, N1a, y que el N1b se refiere a nombrar, que no trabajar, degradación solo al tratar el calor) y por el exiguo uso que se le da tanto en el planteamiento de problemas como en la explicación de fenómenos.

Encontramos en el N1b la mayor densidad de editoriales en el tratamiento de la conceptualización de la energía y que en la degradación, a pesar de ello, no se trabaja a fondo. Sin embargo, en el desarrollo del PCE y en el análisis del modelo socioambiental asociado a la energía se concentran mayoritariamente en

el nivel más simple. Por lo que se podría concluir que el tratamiento científico-didáctico de las tres primeras categorías influye y está muy conectado con el que se le da a la cuarta categoría. A su vez, este tratamiento simple y compartimentado desfavorece la adquisición de un nivel de conocimiento más complejo desde una perspectiva social y medioambiental de la problemática energética. La E5 es la excepción de toda la serie.

Se aprecia que los textos continúan presentando el contenido bajo definiciones cerradas y como una acumulación lineal de conocimientos. El PCE, mayoritariamente, sigue trabajándose solo en el campo de la mecánica, no se da la idea de un principio unificador, aplicable a cualquier proceso, quedando excluido de cualquier interpretación sobre la realidad medioambiental. De hecho, el estudio del modelo socioambiental se trabaja desvinculado de los conceptos científicos, de manera reduccionista y bajo una lista de acontecimientos (ver Tabla 6). Esto pone de manifiesto que el tratamiento de la energía más frecuente en los textos estaría relacionado con una metodología propia de un modelo didáctico tradicional. En muchas ocasiones las editoriales, consciente o inconscientemente, realizan un tratamiento más profundo de la dimensión D en materiales complementarios. Dichos materiales pueden erigirse como una oportunidad perdida para llegar a potenciar niveles superiores. Su implementación en el aula dependerá del uso que los docentes hagan de estos materiales a lo largo de la unidad didáctica. En este caso, la E2, como antes indicábamos, propone trabajar sobre los conceptos en torno a la energía y relacionarlo

con el problema energético, pero, en nuestra opinión, solo representa un acercamiento a vincular conceptos y no constituye un tratamiento integrador. Esta postura es más acorde con un modelo didáctico intermedio. En un estadio más avanzado, E5 revela una tendencia diferente al resto de las editoriales presentando un tratamiento más rico, intenta construir un proceso de enseñanza integrador que parte tanto de las ideas de los estudiantes como de sus dificultades de aprendizaje, lo que favorecería el desarrollo de un modelo didáctico de investigación en el aula.

Por esto, un material basado en la investigación de problemas ayuda a construir nuevas percepciones contribuyendo a que los alumnos tengan claro el significado científico de lo que en el lenguaje cotidiano ya conocen.

REFERENCIAS

- Ballenilla, F. y García, J. E. (2008). ¿Hasta cuándo podremos derrochar energía? *Cuadernos de pedagogía*, 384, 65-70.
- Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Black, P. y Solomon, J. (1983). Life-world and science world-pupils' ideas about energy. *Entropy in the School*, 1. Budapest: Roland Eotvos Physical Society.
- Comisión de Educación Ecológica (2006). Estudio del curriculum oculto antiecológico en los libros de texto. *Ecologistas en acción, Cuaderno 11*.
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasaola, G., Martínez, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P. y Vilches, A. (2007). Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, 16 (1), 43-64.
- Driver, R. y Warrington, L. (1985). Student's use of the principle of energy conservation in problem situations. *Physics Education*, 20, 171-176.
- Duit, R. (1981). Understanding Energy as a Conserved Quantity- Remarks on the article by R.U. Sexl. *European Journal of Science Education*, 3 (3), 291-301.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school-empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? *European Journal of Science Education*, 9 (2), 139-145.
- Feynman, R., Leighton, R. B. y Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics*, Vol. 1, pp. 4-1 a 4-8. Massachusetts: Adison- Wesley.
- García, J. E. (2008). ¿Cómo enseñar las Ciencias para mejorar los resultados? *Cuadernos de pedagogía*, 381, 89- 92.
- García, J. E., Rodríguez, F., Solís, M. C. y Balleñilla, F. (2007). Investigando el problema del uso la energía. *Investigación en la escuela*, 63, 29 - 46.
- Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual Physics*. Madrid: Pearson Educación.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Vélez-Málaga. Elzevir.
- Hierrezuelo, J. (coord.) et al. (1995). *Ciencias de la Naturaleza*, 4. Madrid: Edelvives-MEC.
- Holton, G. J. (1989). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Barcelona: Reverté.
- Informe TALIS (Teaching and Learning International Survey), OCDE (2009). Ministerio de Educación: Madrid.
- Jiménez, J. D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F.J . Perales Palacios y P. Cañal de León (Eds.), *Didáctica de la Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 309-322). Alcoy: Marfil.
- Lancor, R. A. (2012). Using Student- Generated Analogies to Investigate Conceptions of Energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, 36 (1), 1-23.
- López Rupérez, F. y López Rupérez, E. (1983). Las nociones de trabajo y energía. Análisis conceptual y didáctico. *Bordón Revista de Pedagogía*, 249, 497-506.
- Martín, M., Prieto, T. y Jiménez, A. (2013). El problema de la producción y el consumo de la energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 153- 172.
- Ocelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una

- revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (2), 133-152.
- Pérez- Landazábal, M.C., Favieres, A., Manrique, M. J. y Valera, P. (1995). La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 55-65.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada Editoras: Sevilla.
- Pro, A. de (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 411-430.
- Pro, C. y Pro, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando en los libros de texto? La electricidad y la electrónica en 3º de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (2), 149-17.
- Ríos, E. y Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 32-55.
- Rivero, A. y Solís, E. (2008). Promover la cultura científica para intervenir en el mundo. *Cuadernos de Pedagogía*, 384, 53- 56.
- Solbes, J. y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las ciencias*, 16(3), 387-397.
- Solbes, J. y 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. y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 2, 155-180.
- Solís, E. (2012). A investigação na formação inicial do professorado: uma aproximação às concepções curriculares do professorado de Ciências de Educação Secundária. En Da Silva Uggioni, J. (Organizadora), *Saberes Docentes* (pp. 139-175). São Paulo: Iglu Editora.
- Solís, E., Porlán, R. y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el Conocimiento Curricular de los profesores de Ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), 9-30.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5 (1), 49 -59.
- Solomon, J. (1985). Teaching the conversation of energy. *Physics Education*, 20, 165-176.
- Trumper, R. (1991). Being constructive, an alternative approach to the teaching of the energy concept (II). *International Journal of Science Education*, 13 (1), 1-10.

