
LOS LIBROS DE TEXTO Y LAS IDEAS ALTERNATIVAS SOBRE LA ENERGÍA DEL ALUMNADO DE PRIMER CICLO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA⁺⁺¹

Carlos Bañas

Colegio OSCUS

Vicente Mellado

Constantino Ruiz

Dto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas

Universidad de Extremadura

Badajoz – España

Resumen

Desde la perspectiva constructivista, el diagnóstico y análisis de las ideas alternativas del alumnado es el primer paso necesario para reconstruir a partir de ellas el conocimiento escolar. Las causas de las ideas alternativas son múltiples, pero una de ellas puede estar relacionada con los propios libros de texto que utilizan los alumnos. En el artículo se analizan, por medio de un cuestionario, las ideas alternativas sobre la energía de alumnos de primer ciclo de ESO de tres Centros de Badajoz y se comparan con las detectadas en los libros de texto.

Palabras clave: *Didáctica de la energía, ideas alternativas del alumnado, libros de texto, constructivismo, educación secundaria obligatoria.*

Abstract

From the constructivist perspective, both the diagnosis and analysis of students' conceptions is considered the first step to reconstruct the school knowledge from them. The causes of students' conceptions can be multiple, but one of them can be related with the textbooks. In

⁺ The textbooks and the alternative ideas about energy in secondary education students of the first cycle.

^{*} *Recebido: novembro de 2003.
Aceito: junho de 2004.*

¹ Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación 2PR02A100 de la Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología de la Junta de Extremadura.

this paper we analyse, by a questionnaire, the students' alternative ideas about the energy and we compare then with the ideas detected in the textbooks. The investigation was carried out in three different schools in Badajoz (Spain) with first cycle students' of obligatory secondary education.

Keywords: *Didactic of energy, students' alternative ideas, textbooks, constructivism, obligatory secondary education.*

"El concepto general de energía es filosófico. Sin embargo, la filosofía no puede dilucidar el concepto ni la ley sin ayuda de la física. Sólo uniendo ambas disciplinas puede darse una respuesta precisa al problema en cuestión" (Bunge, 1999, p. 56).

I. Introducción

En este artículo realizamos un análisis del tratamiento que se le da al tema de la energía en los textos más utilizados en el primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), comparándolas con las ideas que presentan los alumnos, más extensamente analizadas en trabajos anteriores (BAÑAS, 2001; BAÑAS; MELLADO; RUIZ, 2003). Elegimos la energía por ser 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 así como por ser uno de los temas claves del currículo de ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria en España.

La investigación se desarrolla en el marco constructivista (DRIVER, 1988; GIL, 1986) que considera el aprendizaje como una construcción activa de significados por parte de quien aprende, que conoce el mundo a través del filtro impuesto por las propias ideas y expectativas, por lo que el significado que se dé a la nueva información estará condicionado por las concepciones y conocimientos previos que tenga la persona que aprende. El constructivismo considera que los significados se construyen relacionando lo nuevo con las ideas que se poseen, por un proceso generalmente analógico, como también indicara la teoría de esquemas o el proceso de equilibración de Piaget. Una analogía es una comparación entre dos situaciones o dominios de conocimiento distintos que mantienen una cierta relación de semejanza entre sí y que permite relacionar las nuevas ideas con las que tiene el alumno (BERMEJO et al., 2002). Los alumnos cuando se disponen a aprender muchos de los conceptos científicos escolares tienen ideas previas sobre los mismos, y estas ideas o

esquemas previos les sirven para interpretar lo que se le está enseñando, de modo que las nuevas ideas interactúan con los esquemas previos de los alumnos. Desde la década de los ochenta se han realizado numerosas investigaciones sobre las ideas alternativas de los alumnos ante muchos fenómenos naturales, así como sus causas y características (DRIVER, 1988; FURIÓ, 1997; POZO, 1996; PRIETO; BLANCO, 1997) y se observa que después de años de escolaridad en los que se ha enseñado a los alumnos la interpretación de la ciencia, éstos continúan teniendo ideas alternativas que no se corresponden con las científicamente aceptadas. Entre las causas de las ideas alternativas, Albaladejo y Caamaño (1992) y Pozo (1996) señalan las experiencias y observaciones de la vida cotidiana, el profesorado, los libros de texto y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano y el científico, los medios de comunicación, y la cultura propia de cada civilización.

En trabajos anteriores (BAÑAS et al, 2003) hemos revisado algunos trabajos significativos sobre las ideas del alumnado de secundaria sobre la energía (DOMENECH et al., 2001; DOMÍNGUEZ; PRO; GARCÍA-RODEJA, 1998; PONTES, 2000; SOLBES; TARÍN, 1998; VARELA et al., 1993, etc.) que señalan que muchos alumnos de secundaria asocian la energía con la fuerza, el movimiento, algo material que fluye, los objetos animados y aparatos que funcionan, el vigor o esfuerzo físico, un combustible, o una fuente de actividad, entre otros aspectos. Algunas de estas ideas son tan persistentes que, en ocasiones, se mantienen en el propio profesorado (BACAS, 1997; KRUGER, PALACIO; SUMMERS, 1992; MELLADO; BLANCO; RUIZ, 1999; OSTERMANN; MOREIRA, 1990; TRUMPER, 1997).

II. Los libros de texto de ciencias experimentales

A pesar de la incorporación a la enseñanza de las ciencias de material multimedia, software informático y demás recursos de las nuevas tecnologías, los libros de texto escolares son los materiales que los alumnos transportan en sus mochilas y el que la mayoría de los profesores manda abrir cuando comienza una nueva clase. Los libros de texto continúan siendo uno de los soportes fundamentales de información de los profesores y en muchas ocasiones los principales materiales de apoyo para la enseñanza:

La importancia que el profesor les asigna es muy grande, y puede decirse que una de las decisiones más importantes que toman muchas personas cada curso, o cada vez que cambia el plan de estudios, es la de escoger un determinado libro de texto (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1997, p. 5).

En el trabajo de Martínez et al. (1999) realizado con una muestra de 406

profesores de primaria que imparten Conocimiento del Medio en 113 colegios de Coruña, el 81'3 % señalan que el libro de texto constituye la guía de su enseñanza. En cuanto a los profesores de ciencias de secundaria con experiencia, Sánchez y Valcárcel (1999) señalan que el 92 % utilizan el libro de texto como principal referencia en la planificación de unidades didácticas, aunque la utilización en exclusiva del libro de texto disminuye cuando los profesores han realizado cursos de actualización didáctica de larga duración (RODRIGO et al., 2000). La dependencia del libro del texto es aún mayor si los profesores son principiantes o si tienen bajos conocimientos del contenido científico a enseñar (HARLEN; HOLROYD, 1997; LEE; PORTER, 1993).

Al ser el recurso más utilizado, los libros de texto tienen gran influencia en la adquisición de conceptos científicamente aceptados, pero también pueden reforzar ideas alternativas de los estudiantes y contribuir a causar dificultades de aprendizaje (PERALES, 2000). En los últimos años se está prestando más atención a los libros de texto de ciencias experimentales y se han realizado investigaciones sobre distintos aspectos, como las actividades (CAMPANARIO, 2001; GARCÍA-RODEJA, 1997); los contenidos (JIMÉNEZ; PERALES, 2001a; OTERO, 1997); el grafismo (JIMÉNEZ; PERALES, 2001b) etc.

Por ser un estudio muy relacionado con nuestra investigación, revisaremos más extensamente el trabajo de Michinel y D'Alessandro, (1994), realizado en la Facultad de Ciencias de Caracas, sobre el concepto de energía en los libros de textos, cinco de física básica de nivel universitario y diecisiete libros de texto utilizados para las asignaturas de ciencias de la naturaleza y física en cursos previos a la universidad, y en el que llegaron a las siguientes conclusiones:

- Ni el programa, ni los textos estudiados dan una conceptualización del término energía, lo que conlleva a que en la discusión de las magnitudes involucradas en los fenómenos térmicos (energía, calor, trabajo, temperatura, capacidad calorífica) y en los otros fenómenos considerados en el curso (onda, electricidad) se efectúe sin una buena base conceptual, lo cual dificulta el aprendizaje significativo.

- En los textos de 7º se conceptualiza energía como la capacidad para realizar trabajo.

- En las publicaciones analizadas se sostiene que el calor es una forma de energía y no una forma de transferirla.

- En varios textos se confunde calor con energía térmica y ésta con la energía interna.

- En varios textos se confunde calor y temperatura.

- Los textos que expresan una falsa concepción de la energía, también presentan ideas falsas de conceptos y leyes que se relacionan con la energía.

- La cantidad de falsas concepciones encontradas, obliga a realizar una revisión tanto del programa como de los libros de texto analizados.

III. Metodología

En España la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se compone de cuatro cursos, distribuidos en dos ciclos: dos cursos en el primer ciclo con alumnado de 12-14 años; dos cursos en segundo ciclo con alumnado de 14-16 años. En el mismo tipo de Centros se imparten los dos cursos de Bachillerato (alumnado 16-18 años), una educación secundaria no obligatoria, previa a los estudios universitarios. La investigación, tanto de las ideas del alumnado, como de los libros de texto, la hemos centrado en el primer ciclo de la ESO.

Para la investigación sobre las ideas del alumnado, seleccionamos tres Centros de modo que tuvieran una cierta diversidad respecto a los existentes en esta etapa, intentando evitar los sesgos que pudieran producirse por polarizar el estudio en centros específicos con determinadas características. Se eligió una población de 250 alumnos del primer ciclo de ESO (115 de primer curso y 135 de segundo curso) de dos Centros de Secundaria de la ciudad de Badajoz y uno de un Centro de Secundaria rural. Para la recogida y análisis de datos del alumnado se utilizó una metodología de investigación cuantitativa basada en un cuestionario con preguntas de lápiz y papel del tipo de elección múltiple, preguntas abiertas con redacción personal y preguntas cerradas o semicerradas. El cuestionario fue elaborado tomando preguntas y cuestiones de diferentes fuentes: de las lecturas realizadas en los libros de textos de las diferentes editoriales; de otros autores, recogidas en investigaciones precedentes; y elaboradas por el propio equipo de investigación, centrando la atención en aquellos aspectos de la investigación que no quedaban lo suficientemente analizados con los ítem que otros autores planteaban en sus cuestionarios. Se realizó una prueba de validación del cuestionario, que permitió saber si las respuestas satisfacían los objetivos del estudio, y constituyó un ensayo general para ver su efectividad en la práctica. Una vez que los cuestionarios fueron cumplimentados, recogidos y clasificados, se procedió a la fase de tabulación de los resultados y a la discusión de los mismos.

En cuanto a los libros de texto, se seleccionaron cinco editoriales de las más utilizadas por los alumnos de primer ciclo de ESO en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza: Anaya, Edelvives, sm, Santillana y Everest. De cada una de las editoriales se analizaron sólo lo libro del texto del alumno y no la guía del profesor por no ser el objetivo del estudio. El objetivo fundamental del análisis fue determinar si el tratamiento que hacen de cada tema, y de los conceptos científicos implicados, puede contribuir a generar o reforzar ideas alternativas en el alumnado, o, por el

contrario favorecer la evolución conceptual de las mismas hacia las científicamente aceptadas. Por ello categorizamos la información contenida en los textos relacionada con la energía en tres grupos: la que puede generar **G** nuevas ideas alternativas en los alumnos; la que, sin generar nuevas ideas alternativas puede crear resistencia al cambio **R** de las que ya tiene el alumno; y, finalmente, la que puede favorecer **F** el cambio y la evolución conceptual en los alumnos. Para determinar la posible influencia de los textos en las ideas alternativas del alumnado hemos analizado tanto el tratamiento didáctico del contenido como aspectos generales de los libros de texto, como la presentación del tema a tratar, la introducción de los contenidos, las definiciones, la secuenciación de contenidos, las explicaciones, las expresiones utilizadas, las distintas formas de representación de los contenidos, la contextualización, la relación con la vida cotidiana, las actividades o la evaluación.

IV. Discusión de los resultados

Aunque en los resultados incidiremos más en lo directamente relacionado con las ideas alternativas del alumnado, coincidimos con Perales (2000) en que hay muchos aspectos de los libros de texto que han mejorado en los últimos años. La presentación es bastante atractiva, se suele cuidar el aspecto general de edición y el formato de las páginas, se incorporan numerosas ilustraciones, curiosidades, gráficos, etc. En general se proponen actividades interesantes para los alumnos, que pretenden hacerlos pensar e indagar, así como reflexionar sobre valores y hábitos. Además de los ejemplos se van incluyendo algunas analogías. Destacamos la relación que se hace con los aspectos económicos y sociales, así como la gran importancia que tiene la energía en todos los ámbitos de la actividad humana. Un aspecto que consideramos que es necesario mejorar es el relacionado con la evaluación. Algunas editoriales incorporan preguntas poco atractivas, que parecen más un examen memorístico que actividades pensadas para el aprendizaje reflexivo de conceptos, para la adquisición de procedimientos y mucho menos que inciten a adquirir actitudes. Creemos que los textos deberían avanzar más hacia la autorregulación de los aprendizajes a través de actividades de autorregulación metacognitiva (JORBA; SANMARTÍ, 1994).

En otro trabajo (BAÑAS, 2001), hemos realizado un análisis individualizado de cada uno de los textos seleccionados. En esta ocasión realizamos una exposición conjunta de los resultados más significativos de los libros de texto, incidiendo en aquellos que pueden generar o reforzar ideas alternativas en los estudiantes. Los resultados los exponemos en tablas que comparan el tratamiento que realizan los textos analizados con los obtenidos en el estudio realizado sobre las ideas del alumnado del primer ciclo de ESO sobre la energía (BAÑAS et al, 2003).

No se pretende obtener una correlación causa – efecto, pues son numerosos los factores que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje; pero si se quiere resaltar la gran coincidencia que existe entre las ideas alternativas que pueden provocar algunos textos y las que tienen los alumnos del primer ciclo de ESO. Por su pertinencia en el currículo de la etapa de enseñanza objeto de estudio y por ser los más utilizados en los libros de texto analizados, en este artículo nos centraremos en los conceptos de energía en general, trabajo, calor, temperatura y los principios de conservación y degradación.

a) Concepto de energía

Los libros de texto tienden a relacionar la energía prácticamente con los mismos conceptos que la relacionan los alumnos: combustible, calor, movimiento, funcionamiento, etc., Nos parece muy positivo que los textos asocien todos los cambios producidos en los sistemas con transferencias o transformaciones de energía. Sin embargo, en todas las editoriales existe un esquema generalizado en el que se considera la energía mayoritariamente relacionada con el trabajo y en menor medida con el calor (y no siempre como procesos de intercambio y transferencia), y apenas aparece la idea de energía química. Esto se corresponde con una falta de referencia hacia este tipo de energía por parte de los alumnos, para quienes prácticamente es inexistente.

La mayor parte de los manuales inician la secuencia de la energía a partir de la definición del trabajo mecánico como “capacidad para producir un trabajo”. Esta forma de iniciar el tema sigue siendo habitual en muchos libros de texto (MICHINEL; D’ALESSANDRO, 1994), y en diccionarios de uso común. Sin embargo, comenzar la secuencia de la energía a partir de la definición de trabajo mecánico ha sido criticado tanto desde un punto puramente científico como didáctico (DOMENECH et al., 2001; GÓMEZ et al., 1995; MELLADO, 1998; MELLADO; BLANCO; RUIZ, 1999; PÉREZ de LANDAZÁBAL; MORENO, 1998; VARELA et al., 1993), porque restringe el concepto de energía al campo de la mecánica, provoca confusión entre fuerza, trabajo y energía, no proporciona una idea global de la energía ni de sus transformaciones, conservación y degradación, y tiene además mayores dificultades de aprendizaje para los alumnos. Numerosos autores defienden que la energía debería introducirse de una forma descriptiva como una magnitud fundamental de los sistemas, por la que éstos pueden transformarse, así como actuar sobre otros sistemas originando en ellos procesos de transformación. Así la energía se introduciría como un concepto básico no derivado, tratándose su transferencia, transformación en distintas clases, conservación y degradación, llegándose por inclusión a un concepto más general de la energía. En este enfoque se utilizarían estrategias constructivistas que partirían de las ideas de los alumnos sobre la energía,

para llegar a una posterior reconstrucción y generalización del concepto (PÉREZ de LANDAZÁBAL et al., 2000, TRUMPER, 1991).

Tabla 1 - Comparación entre las ideas expresadas en los libros de texto y las ideas del alumnado sobre el concepto de energía.

Concepto de energía	
Los libros de texto	Ideas del alumnado
<ul style="list-style-type: none"> - En algunos casos se expresa y refuerza la idea de la utilización y beneficio para el hombre. La energía es un tipo de combustible aquellos objetos que se mueven tienen energía. - Un cuerpo en movimiento posee energía porque es capaz de producir trabajo. - “La energía es la capacidad que tiene un cuerpo de efectuar un trabajo”. - “La energía no puede definirse en sí misma, sino por los efectos que produce: realización de un trabajo o transformación en otra energía (por ejemplo calor)”. - “La energía es la capacidad que tiene un cuerpo de producir calor o trabajo”. - “Se define la energía como trabajo acumulado que se almacena en los cuerpos y que éstos lo manifiestan en virtud de ciertas propiedades que poseen los cuerpos.” 	<ul style="list-style-type: none"> - Asocian energía con: a) llama, sol, calor, combustión, gasolina, gas, arder, temperatura; b) movimiento, funcionamiento, mecánica, energía cinética, potencial, centrales, viento, velocidad; c) electrodomésticos, corriente eléctrica, electricidad; d) esfuerzo, fuerza comer y dormir. - Un número considerable piensa que la energía sólo puede existir en los seres vivos. - No tienen una concepción clara del significado de energía potencial, ni de energía cinética. - Los alumnos interpretan el papel de los aparatos que utilizamos en nuestra vida diaria como fuente o almacén de energía, en lugar de verlos como meros transformadores de la misma. - Tienen la idea de que la energía es aprovechada en la misma proporción y produciendo los mismos resultados independiente del sistema que la utilice. - No consideran la energía de tipo químico, aquella asociada a la estructura química de las sustancias. - No saben cual es la fuente de energía que se utiliza en una central térmica. Tienen un gran desconocimiento de cuales son las fuentes primarias de energía. - La energía es considerada como muy necesaria para el desarrollo de la humanidad, marca una gran pauta para el progreso favoreciendo la salud. Consideran que es poco contaminante, no se considera en general muy peligrosa y no se podría vivir sin ella.

b) Conservación y degradación de la energía

Con respecto a los conceptos de conservación y degradación de la energía, los alumnos presentan numerosas concepciones, destacando la idea de que la energía se gasta, se consume, se acaba, etc., sin considerar el principio de conservación y, menos aún, el de degradación. Para ellos la energía no se conserva y se puede generar descansando, por ejemplo durmiendo.

En los libros de texto se suelen introducir estos principios por medio de definiciones: “La energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma” y con explicaciones muy reducidas que no favorecen la reestructuración conceptual de las ideas que presentan los alumnos. Debería plantearse el tema de forma más amplia, estudiando más cuestiones relacionadas con el entorno que rodea al alumno, con actividades de motivación para la reflexión de fenómenos, etc.

No resulta adecuado el vocabulario ni la forma de tratar el concepto de degradación de la energía en algunos textos, sobre todo en algunos ejemplos como el que indicamos a continuación, elegido por su referencia a la energía química: “cuando un coche arranca, el combustible se quema, la energía química del combustible se ha transformado en energía mecánica y aumenta la velocidad”. Se pasa por alto todo lo relacionado con la degradación y se induce a pensar que toda la energía se ha transformado en energía cinética.

Tabla 2 - Comparación entre las ideas expresadas en los libros de texto y las ideas del alumnado sobre la conservación y degradación de la energía.

Conservación y degradación	
Los libros de texto	Ideas del alumnado
- Principio de conservación de la energía. “No se ha observado ningún caso en el que exista creación o destrucción de energía”, “la misma cantidad de energía que hay al comienzo de un proceso será la que exista al final del mismo”.	- Un elevado número de alumnos considera transformaciones y cambios de estado en los que no interviene la energía y ocurren sin ningún tipo de intercambio ni degradación de la misma. - Los alumnos no terminan de aceptar el principio de conservación de la energía en el sentido más general y amplio del término y se dan numerosas ideas alternativas al respecto: tienen la idea de que la energía desaparece, sin considerar el principio de conservación de la misma, no son capaces de poner un ejemplo donde se observe claramente el proceso de conservación de la energía. - El concepto de degradación lo confunden con el de consumo o pérdida de energía. No son capaces de generalizar el principio de degradación de la energía. - Aseguran que puede existir el móvil perpetuo de primera especie. - Se observa claramente que existe una idea alternativa entre lo que puede ser descansar con ganar energía, y entre esfuerzo físico brusco con un mayor consumo de energía.

c) Concepto de trabajo

En los libros de texto se hacen muchas referencias a la acumulación del trabajo dentro de los objetos, en lugar de incidir en el proceso de modificación de energía por el mecanismo llamado trabajo. La utilización de expresiones en las que se define el trabajo como energía acumulada puede estar relacionada con que los

alumnos entienden que esta energía acumulada en forma de trabajo les permite realizar mayores esfuerzos físicos. Los alumnos identifican trabajo con esfuerzo, cuanto mayor sea el esfuerzo mayor es la cantidad de energía consumida o transferida.

Tabla 3 - Comparación entre las ideas expresadas en los libros de texto y las ideas del alumnado sobre el concepto de trabajo.

Concepto de trabajo	
Los libros de texto	Ideas del alumnado
<ul style="list-style-type: none"> - Calor y trabajo son dos modos que utilizan los cuerpos para intercambiar energía. El trabajo realizado o el calor transferido coincide con la cantidad de energía intercambiada. - Son muy generalizadas las referencias hacia una acumulación del trabajo dentro de los objetos. - “Se define la energía como trabajo acumulado que se almacena en los cuerpos y que estos lo manifiestan en virtud de ciertas propiedades que poseen los cuerpos. 	<ul style="list-style-type: none"> - No diferencian el trabajo en Física de lo que supone realizar un determinado esfuerzo físico.

d) Concepto de calor

Es constante la referencia que realizan los libros de texto en relación con el concepto de calor como: “algo”, “energía”, “cantidad de energía”, “los cambios de estado se producen cuando la materia toma o cede energía en forma de calor”, etc.; es decir hacen referencia a una energía que pasa de unos cuerpos a otros y no como un proceso de transferencia de energía; no es de extrañar que los alumnos tengan la idea alternativa de considerar el calor como algo material que puede pasar de unos cuerpos a otros y que sea considerado como una propiedad de los mismos y no se entienda como un proceso. En los textos se estudia el calor como una forma de energía, parece como si el calor se encontrara en los cuerpos, se le abriera un dispositivo y comenzara a salir, planteamiento que puede llevar a ideas alternativas. En todos los textos aparece un apartado cuyo título es “Formas de propagación del calor”, donde se incide en que es el calor el que se propaga de una forma o de otra, lo que también puede reforzar la idea alternativa de que el calor es “algo o una energía que poseen los cuerpos”.

El calor no debería concebirse como una forma de energía sino, al igual que el trabajo mecánico macroscópico, como un proceso de intercambio o transferencia de energía (DOMÉNECH et al, 2001).

En uno de los textos analizados se incluye la interesante analogía de la lluvia para referirse al calor: llamamos lluvia a la acción en la que el agua cae de las nubes; cuando está en la nube o en el suelo no es lluvia sólo agua. De forma análoga se llama calor al proceso de transferencia o intercambio de energía entre los cuerpos; cuando está en los cuerpos no es calor sino energía.

Tabla 4: Comparación entre las ideas expresadas en los libros de texto y las ideas del alumnado sobre el concepto de calor.

En relación con el concepto de calor	
Los libros de texto	Ideas del alumnado
<ul style="list-style-type: none"> - El calor es una energía de paso de un cuerpo a otro. “Es energía en movimiento de un sistema a otro”. - “El calor es energía en tránsito”. - “El calor es una energía transferida entre cuerpos a distinta temperatura” - “La energía interna que pasa de unos cuerpos a otros es lo que llamamos calor.” - “Cuando un cuerpo cede calor disminuye su energía térmica”. - “La energía térmica que se trasvasa de un cuerpo a otro es lo que conocemos con el nombre de calor”. - Se estudia el calor como una forma de energía. - El calor es la cantidad de energía que transfiere un cuerpo caliente a otro frío al ponerlos en contacto. - Los cambios de estado se producen cuando la materia toma o cede energía en forma de calor. - En todos los textos aparece un apartado cuyo título “Formas de propagación del calor”, que está potenciando la idea de que es el calor el que pasa de unos cuerpos a otros. 	<ul style="list-style-type: none"> - La mayoría tiene la idea de que el calor es una forma de energía y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de energía. - Consideran al calor como una propiedad de los cuerpos y no un proceso de transferencia. Aparece la idea alternativa de considerar el calor como algo material que puede pasar de unos cuerpos a otros. - No tienen claro cuáles pueden ser los efectos de una transferencia de energía por medio del calor, ni en general acerca de la propagación de la energía. - Cuando afirman que el calor se puede medir, lo identifican con la temperatura.

e) Concepto de temperatura

En los libros de texto se identifica energía interna con temperatura y los alumnos otorgan a la temperatura una propiedad extensiva sin considerarla en general como la medida de la agitación media de las partículas que forman un cuerpo o sistema; por otra parte en muchas ocasiones el calor se relaciona con la energía interna que pasa de unos cuerpos a otros; la suma de ambas ideas puede llevar a identificar calor con temperatura, una idea alternativa muy común en estos alumnos.

Tabla 5: Comparación entre las ideas expresadas en los libros de texto y las ideas del alumnado sobre el concepto de temperatura.

Concepto de temperatura	
Los libros de texto	Las ideas del alumnado
<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura es lo que mide un termómetro. - La energía interna es la temperatura. - La energía que se transfiere para alcanzar el equilibrio térmico se llama calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - En general no consideran explícita ni implícitamente el principio del equilibrio térmico. No tienen en cuenta que todo sistema tiende al equilibrio térmico independientemente de la composición material que tenga. Se observa claramente como las sensaciones condicionan sus respuestas. - No consideran constante la temperatura durante el cambio de estado. Afirman que la temperatura aumenta proporcionalmente con la masa. Según ellos, la transferencia de energía por medio del calor no depende de la composición material de los elementos o sistemas que intervienen y la temperatura que alcanzan es la misma. Presentan ideas alternativas en relación a las variables que condicionan el aumento o disminución de temperatura. - Se otorga a la temperatura una propiedad extensiva y no es considerada como magnitud intensiva relacionada con la agitación media de las partículas. - El alumno tiende a confundir e identificar calor con temperatura.

V. Reflexión final

Las ideas alternativas del alumnado son complejas y tienen múltiples causas que inciden en su formación: las experiencias y observaciones de la vida cotidiana, el profesorado, los libros de texto y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano y el científico, los medios de comunicación, y la cultura propia de cada civilización.

En este trabajo hemos mostrado que, en nuestro contexto, existe bastante coincidencia entre las ideas alternativas del alumnado sobre la energía y el tratamiento que se da al tema en los libros de textos más utilizados en el primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria en España.

Somos conscientes de que en el proceso de enseñanza/aprendizaje todos los factores que pueden incidir en la generación, o en su caso reestructuración, de las ideas están presentes y no es posible una estricta separación de variables como podría recomendar una metodología de investigación racionalista-positivista. A pesar de ello, y teniendo en cuenta la incidencia del resto de variables, una implicación para futuros trabajos, sería comparar a través de investigaciones longitudinales las ideas alternativas de grupos de alumnos que a lo largo de la escolaridad hayan utilizado distintos libros de texto.

El cuestionario utilizado en este trabajo es básicamente conceptual. Sin embargo Doménech y otros (2003) señalan que una orientación excesivamente centrada en los aspectos conceptuales puede ser reduccionista, y proponen una orientación global que tenga en cuenta tanto la dimensión conceptual, como la procedimental y axiológica. Coincidimos plenamente con la observación anterior y en una nueva versión del cuestionario hemos añadido cuestiones procedimentales y actitudinales.

Finalmente señalamos que los resultados forman parte de una línea de investigación más amplia que estamos llevando a cabo con profesores de distintos niveles educativos, en la que el análisis de las ideas alternativas del alumnado, y de sus posibles y variadas causas, sería sólo el primer paso para establecer, en un trabajo de reflexión metacognitiva con el profesorado, estrategias de intervención didáctica que reconstruya las nuevas ideas a partir de las que ya tiene el alumno (Ruiz et al., 2002). El conocimiento y acción docente de las ideas del alumnado se ha mostrado como un catalizador de la reflexión y del propio desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales (HEWSON et al., 1999; LUCIO, 2001).

Referencias bibliográficas

ALBADALEJO, C.; CAAMAÑO, A. Las concepciones previas de los alumnos. Estrategias para lograr el cambio conceptual. In: JIMÉNEZ, M. P. (Org.) **Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza**. Madrid: MEC, 1992. p. 57-94.

BACAS, P. Detección de las ideas del profesorado acerca de los conceptos de calor y temperatura. **Alambique**, n. 13, p. 109-116, 1997.

BAÑAS, P. C. **Ideas alternativas sobre la energía en los alumnos del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria**. 2001. Trabajo de Grado - Facultad de Educación, Universidad de Extremadura.

BAÑAS, C.; MELLADO, V.; RUIZ, C. Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. **Campo Abierto**, v. 24, p. 99-126, 2003.

BERMEJO, M. L.; FAJARDO, M. I.; MELLAD, V. Teaching and learning sciences for blind and visually impaired students. **Journal of Science Education for Students with Disabilities**, v. 9, p.15-21, 2002.

BUNGE, M. La energía entre la física y la metafísica. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 12, n. 1, p. 53-56, 1999.

CAMPANARIO, J. M. ¿Qué puede hacer un profesor como tú y un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, 2001.

DOMENECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; MARTÍNEZ, J.; GUIASOLA, G.; SALINAS, J. 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.

DOMENECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUIASOLA, G.; MARTÍNEZ, J.; SALINAS, J.; TRUMPER, R.; VALDÉS, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 285-311, 2003.

DOMÍNGUEZ, J. M.; PRO, A.; GARCÍA-RODEJA, 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.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 109-120, 1988.

FURIÓ, C. Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. **Alambique**, n. 7, p. 7-17, 1997.

GARCÍA-RODEJA, I. ¿Qué propuesta de actividades hacen los libros de primaria? **Alambique**, n. 11, p. 35-43, 1997.

GIL, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1986.

GÓMEZ, M. A.; HERRERO, F.; MARTÍN-DÍAZ, M.; REDONDO M.; SALVÁN, E. **La energía: Transferencia, transformación y conservación**. Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza, 1995.

HARLEN, W.; HOLROYD, C. Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 1, p. 93-105, 1997.

HEWSON, P. W.; TABACHNICK, B. R.; ZEICHNER, K. M.; LEMBERGER, J. Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. **Science Education**, v. 83, n. 3, p. 373-384, 1999.

JIMÉNEZ, J. D.; PERALES, J. El análisis secuencial de los contenidos. Su aplicación al estudio de libros de texto de Física y Química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 3-19, 2001.

JIMÉNEZ, J. D.; PERALES, J. La representación gráfica de la magnitud fuerza. Apuntes históricos. **Alambique**, n. 28, p. 85-94, 2001b.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. ¡Viva la diferencia! En: **ACES: Aprendiendo ciencias en la Enseñanza Secundaria. Materiales para el alumno**. Santiago: Servicio de Publicaciones de la Universidad, 1997. p. 245-278.

JORBA, J.; SANMARTÍ, N. **Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas**. Madrid: MEC, 1994.

KRUGER, C.; PALACIO, D.; SUMMERS, M. Surveys of English primary teachers' conceptions of force, energy, and materials. **Science Education**, v. 76, n. 4, p. 339-351, 1992.

LEE, O.; PORTER, A. C. A teacher's bounded rationality in middle school science. **Teaching and Teacher Education**, v. 9, n. 4, p. 397-409, 1993.

LUCIO, R. **La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales**. 2001. Tesis (Doctoral) - Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

MARTÍNEZ, C.; GARCÍA, S.; VEGA, P.; MONDELO, M. Enseñar ciencias en educación primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores? En: Martínez, C.; García, S. (Ed.). **La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales**. Coruña: S. Publicaciones Universidad, 1999. p. 199-210.

MELLADO, V. La enseñanza de la energía en profesores de ciencias con distinta formación inicial. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 11, n. 2, p. 21-33, 1998.

MELLADO, V.; BLANCO, L. J.; RUIZ, C. **Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía**. Badajoz: ICE de la Universidad de Extremadura, 1999.

MICHINEL, J. L.; D'ALESSANDRO, A. El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 369-380, 1994.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de Física na formação de professores de 1º a 4º grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v. 7, n. 3, p. 171-182, 1990.

OTERO, J. El conocimiento de la falta de conocimiento de un texto científico. **Alambique**, n. 11, p. 15-22, 1997.

PERALES, F. J. **Resolución de problemas**. Madrid: Síntesis, 2000.

PÉREZ DE LANDAZÁBAL, M. C.; MORENO, J. M. **Evaluación y detección de dificultades en el aprendizaje de la Física y Química en 2º de ESO**. Madrid: MEC, 1998.

PÉREZ DE LANDAZÁBAL, M. C.; VARELA, P.; FAVIERES, A. La energía en las aulas: un puente entre ciencia y sociedad. **Alambique**, n. 24, p. 18-29, 2000.

PONTES, A. Aprendizaje reflexivo y enseñanza de la energía: una propuesta metodológica. **Alambique**, n. 25, p. 80-94, 2000.

POZO, J. I. Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a donde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. **Alambique**, n. 7, p. 18-26, 1996.

PRIETO, T.; BLANCO, A. **Las concepciones de los alumnos y la investigación en Didáctica de las Ciencias**. Málaga: S. P. Universidad de Málaga, 1997.

RODRIGO, M.; MARTÍN, R.; MARTÍNEZ, M.; VARELA, P.; FERNÁNDEZ, M.; GUERRERO, A. Un estudio sobre el profesor de ciencias en educación secundaria y unas propuestas para mejorar su formación. **Revista de Educación**, v. 321, p. 291-314, 2000.

RUIZ, C.; MELLADO, V.; GONZÁLEZ, T.; BERMEJO, M. L.; BAÑAS, C. **Intervención con el profesorado de Educación Secundaria Obligatoria en la enseñanza de la energía: El cambio conceptual del alumnado**. Proyecto de Investigación 2PR02A100 de la Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología de la Junta de Extremadura, 2002.

SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M. V. Science teachers' views and practices in planning for teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 4, p. 493-513, 1999.

SOLVES, J.; TARÍN, F. Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p.387-397, 1998.

TRUMPER, R. Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept-part two. **International Journal of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 1991.

TRUMPER, R. A survey of conceptions of energy of Israeli pre-service high school biology teachers. **International Journal Science Education**, v. 19, n. 1, p. 31-46, 1997.

VARELA, P.; FAVIERES, A.; MANRIQUE, M. J.; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, M. C. **Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista**. Madrid: C.I.D.E., 1993.