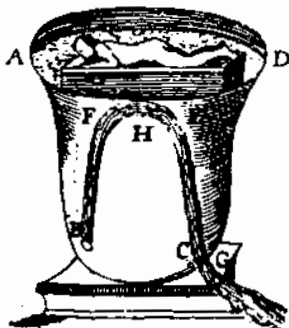


INTERCAMBIOS, COMENTARIOS



Y CRITICAS

En esta sección intentamos recoger, por una parte, los comentarios y críticas sobre los trabajos aparecidos, así como sugerencias de cualquier tipo que puedan contribuir a una mejora de la revista.

En segundo lugar pretendemos que estas páginas sirvan para dar a conocer la existencia de grupos de trabajo y facilitar así los contactos e intercambios.

También pensamos que puede ser de interés el conocimiento de las líneas de trabajo seguidas por los distintos grupos, que pueden enviar breves resúmenes de sus actividades.

Por último contemplamos la posibilidad de favorecer los intercambios objeto de esta sección con la publicación de algunas entrevistas y mesas redondas.

DEBATES

EL CONCEPTO DE ENERGÍA EN EL BACHILLERATO

El propósito de este artículo es intervenir en el debate abierto por algunos autores (Sexl 1981, Duit 1981, Warren 1982) acerca de cómo introducir el concepto de energía en alumnos jóvenes.

Sexl acepta que la energía no puede ser definida operacionalmente, a diferencia de lo que ocurre con la masa, la velocidad y la cantidad de movimiento —si bien se opone a que ésta sea una razón para la eliminación del concepto—. Sin embargo la velocidad y la cantidad de movimiento no tienen otra cosa que valores relativos al sistema de referencia. Y otro tanto ocurre con la masa desde una perspectiva relativista. De modo que el no poder hablar del valor absoluto de la energía, sino sólo de sus variaciones, no coloca a este concepto en ninguna situación excepcional.

Atribuir un carácter más operacional a la velocidad o a la posición que a la energía supone cierta reminiscencia de una concepción absoluta del espacio-tiempo.

Por lo demás compartimos el rechazo de Sexl hacia una filosofía operacionalista de la ciencia, por lo que tiene de antropocentrista y paralizadora (Bunge 1978).

Más lejos nos encontramos de la posición de Duit, quien sostiene la imposibilidad de introducir el aspecto conservativo de la energía en los niveles tempranos, o de Warren, quien propone la erradicación del concepto de la física elemental.

Duit basa su argumentación en que sólo resultan intuitivas las transformaciones de la energía, y no su conservación. Pero mucho nos tememos que la ciencia, y en particular la física, se ha desarrollado al margen —y muchas veces en contra— de la intuición y del sentido común. Los currícula de física no se llenan de ideas intuitivas, sino de conceptos y teorías que han resultado útiles para la explicación del comportamiento de la materia. No parece el Sr. Duit compartir la idea de que los momentos más significativos del aprendizaje son precisamente aquellos en los que lo aprendido entra en conflicto con las ideas previas.

Por otra parte, las diversas transformaciones de la energía sólo pueden ser integradas conceptualmente si percibimos en ellas su aspecto conservativo. El mundo está lleno de cambios, y precisamente uno de los objetivos fundamentales del conocimiento científico (Bunge 1976 P. 21) es la búsqueda de lo que permanece invariante en los cambios.

Si el concepto de energía es necesario para la comprensión de los fenómenos físicos —y esto no hay quien lo dude—, habrá que introducirlo juntamente con la ley de conservación que rige sus intercambios y transformaciones. Así pues, creo que Sexl tiene razón cuando afirma que el concepto de trabajo sólo puede ser correctamente entendido cuando se relaciona con las variaciones de energía de los sistemas. Pero no parece correcto esperar a que haya quedado perfectamente claro el aspecto conservativo de la energía en sistemas aislados para abordar el estudio de los intercambios de energía: el trabajo. Estamos convencidos de que ambos conceptos han de ser asimilados conjuntamente, dada la interacción —que

algunos llamarían dialéctica— existente entre ellos.

La única forma de enjuiciar esta cuestión es enmarcarla en un contexto más amplio. Los objetivos que se persiguen con la introducción de la energía son análogos y complementarios de los que se buscan con el estudio de la fuerza y de la cantidad de movimiento: la comprensión del comportamiento mecánico de los sistemas físicos. Pero las dificultades son también comparables: cualquiera admitirá que la fuerza es un concepto más intuitivo que el de la conservación de la cantidad de movimiento, pero todos sabemos que se trata sólo de un espejismo. Los alumnos tienen grandes dificultades en asimilar correctamente el concepto de fuerza, precisamente por no ser capaces de relacionarlo con las variaciones del movimiento. Sólo cuando se ha comprendido el significado de la fuerza en relación con el intercambio de movimiento de los cuerpos, a través de la ley de conservación correspondiente, se empieza a pisar terreno seguro.

De la misma forma resulta muy difícil la comprensión del concepto de trabajo, y ello sólo será posible en la medida en que se relacione con los intercambios de energía entre los sistemas, mediante el principio de conservación. Es cierto que su establecimiento con validez general sólo es posible mediante una interpretación energética —es decir, como intercambio de energía— del calor, lo que supone la consideración del trabajo realizado por fuerzas disipativas, pero no es menos cierto que la aceptación del principio de la inercia —que contiene el germen del principio de conservación de la cantidad de movimiento— sólo es posible cuando se identifican las fuerzas de rozamiento que «enmascaran» los fenómenos físicos.

Las dificultades inherentes a la adquisición de conceptos no pueden llevarnos a escamotear lo que haya de esencial en las teorías científicas, sino que deben ser motivo de reflexión —y de investigación— didáctica. Lo que está en juego no es la coherencia del cuerpo de conocimientos de la física, sino el método de enseñanza.

El auténtico problema es, entonces, cómo enseñar los conceptos de trabajo y energía. En este sentido los artículos citados son excesivamente vagos. Para no serlo tanto nosotros diremos que es esencial referirse al concepto «transformación» de los sistemas, tal como hiciera Maxwell (1877) y algunos —

pocos— manuales contemporáneos (Strelkov 1978; Alsina 1980). No encontramos tanta dificultad en que los alumnos verifiquen que en las diferentes tareas, ya sean realizadas por máquinas o por seres humanos, se perciben transformaciones que en definitiva pueden ser descritas mediante el desplazamiento de cuerpos o de partes de cuerpos, que se producen por la aplicación de fuerzas. Para Duit la medida del trabajo realizado se expresa intuitivamente en horas. Ciertamente es así como se calculan los salarios, pero esto puede ser fácilmente explicado si se supone, como de hecho ocurre, una «rapidez media» de trabajo. Por otra parte, es posible que sea éste un problema excesivamente complejo para ser abordado en el momento de elaborar el concepto de trabajo. Precisamente un hábito científico que los alumnos deben adquirir es el de simplificar suficientemente los problemas para poder abordarlos. De manera que sería aconsejable dejar para refinamientos posteriores la discusión en torno a la valoración del trabajo humano, trabajo intelectual, etc., que requiere la utilización del concepto de información.

En cuanto a la relación entre trabajo y energía, una vez aclarado que cuando un sistema «realiza» trabajo pierde capacidad para seguir haciéndolo, es necesario matizar suficientemente las diferencias entre el trabajo interior, exterior y total, según el sistema físico considerado (Alonso-Finn 1976). Y esto desde los niveles más tempranos del bachillerato.

Una forma de iluminar las discusiones sobre didáctica de las ciencias sería, sin duda, tomar como referencia constante los paradigmas cuyo aprendizaje se persigue y cuyo establecimiento o abandono son la esencia de la historia de la ciencia. De hecho los conocimientos reemplazan a otros conocimientos, no a la ignorancia (Kuhn 1971). En nuestro caso se trata de establecer un hilo conductor que permita transformar el paradigma físico de los alumnos, que tienen algunas semejanzas con el aristotélico-ecológico, en el de la Física Clásica (tal como ésta se entiende en la actualidad), mostrando que la materia es capaz de interaccionar en virtud de ciertas propiedades (carga, masa, etc.), y que como consecuencia experimenta transformaciones que son descritas cómodamente mediante el uso de magnitudes como la cantidad de movimiento, la energía y el momento angular. Estas vienen regidas por sus res-

pectivos principios de conservación que son, a su vez, expresiones de las propiedades de homogeneidad, isotropía y uniformidad del espacio-tiempo. (Landau 1966).

Pero esta transformación estará plagada de conflictos cognoscitivos que son a la vez inevitables e imprescindibles.

Sin embargo el problema didáctico no es sólo delimitar qué debemos enseñar, sino cuándo y, sobre todo, cómo debemos hacerlo. Pero no se trata de mejorar el sistema de enseñanza tradicional, sino de elaborar una alternativa radicalmente distinta, no a partir de una inspiración genial, sino de un proceso de investigación. Si, como algunos pensamos, existe una estrecha relación entre el modo de crecimiento de las ciencias y el aprendizaje de las mismas, será necesario criticar el método de enseñanza por transmisión verbal, así como el basado en el descubrimiento autónomo, y tratar de construir una didáctica de las ciencias científicamente fundamentada (Gil 1983).

AGUSTIN SANCHEZ MAMBRILLA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALSINA, J. et al., 1980. *Física (C.O.U.)*, p. 89. (Teide, Barcelona, 1979).
- ALONSO, M. FINN, E.J., 1976. *Física Vol. 1: Mecánica*, p. 255. (Fondo Educativo Interamericano).
- BELTRAN, J. et al, 1982. *Física y Química, (2º B.U.P.)*, p. 102. (Anaya, Salamanca 1982)
- BUNGE, M., 1976. *La investigación científica*, p. 44. (Ariel, Barcelona 1976).
- BUNGE, M., 1978. *Filosofía de la Física*, p. 11. (Ariel, Barcelona 1978).
- DUIT, R., 1981. Understanding Energy as a Conserved Quantity—Remarks on the article by R.U. Sexl. *European Journal of Science Education*, vol. 3, pp. 291-301.
- GIL, D., 1983. Paradigmas en la Enseñanza de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, pp. 26-33.
- KUHN, T.S., 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*, p. 154. Fondo de Cultura Económica, México.
- LANDAU, L.D. y LIFSHITZ, E.M., 1966. *Mecánica*, p. 22 (Mir, Moscú 1966)
- MAXWELL, J.C., 1877. *Matter and Motion* p. 54 (Dover, Nueva York 1952)
- SEXL, R.U., 1981. Some Observations

INTERCAMBIOS, COMENTARIOS Y CRITICAS

Concerning the Teaching of the Energy Concept, *European Journal of Science Education*, vol. 3, pp.

285-287.
STRELKOU, 1978. *Mecánica*, p. 114.
(Mir, Moscu 1978)

WARREN, J.W., 1982. The Nature of Energy, *European Journal of Science Education*, vol. 4, pp. 245-297

RELACION DE GRUPOS DE TRABAJO

GRUPOS DE TRABAJO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS

La relación que ofrecemos a continuación se ha confeccionado a partir de una lista de grupos asistentes a las Terceras Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, celebradas en Zaragoza en marzo de 1983. Junto al nombre del grupo se incluye la dirección de uno de sus miembros para facilitar los intercambios.

Se trata, sin duda, de una relación muy incompleta que esperamos ampliar en un próximo número. Rogamos para ello a todos los grupos interesados hagan llegar sus datos.

Andalucía

Sociedad Andaluza de Profesores de Matemáticas.
Antonio Pérez Jiménez. c/Asunción 35 2º D. Sevilla 11.

Aragón

Sociedad Aragonesa de Profesores de Matemáticas.
ICE de la Universidad de Zaragoza. Ciudad Universitaria. Zaragoza.

Grupo de Enseñanza e Informática de Aragón.
ETS de Ingenieros Industriales. Ciudad Universitaria. Zaragoza.

Canarias

Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas.
Apartado 329. La Laguna (Tenerife).

Cantabria

Grupo de Didáctica de las Matemáticas de Cantabria.
I.B. Santa Clara. Santander.

Castilla-León

Seminario Permanente de Matemáticas del ICE de Salamanca.
ICE de Salamanca. Paseo de Canalejas, 69. Salamanca.

Cataluña

Grupo Aresta de Barcelona.
Josep Mª Lamarca. c/ Varsovia 60. Barcelona, 26.

Grupo Periódica Pura.

Joaquín Jiménez. c/General Mitre 216, pral. 2ª. Barcelona.

Grupo Zero de Barcelona.

Carmen Azcárate. c/Ecuador 26. Barcelona, 29.

Rosa Sensat (Grupo de Informática) c/ Córcega 273. Barcelona

Extremadura

Grupo Beta de Didáctica de las Matemáticas.
Manuel Nieto Ledo, Escuela de Magisterio, Badajoz.

Madrid

Grupo Azarquel de Matemáticas de Madrid.

Enrique Camacho García. c/Cristóbal Bordiu 25. Madrid, 3.

Grupo 2001 de Madrid.

Agustín Blanco Antigua. Av. del Generalísimo 26-7º D. Alcorcón (Madrid).

Murcia

Seminario Permanente de Matemáticas de E.G.B. del ICE de Murcia.

Centro Piloto Narciso Yepes. Murcia.

País Valencià

Grupo Cero de Valencia
Mª Elisa Carrillo. c/Alboraya 26. Valencia 10.

Grupo Cero de EGB de Valencia.

Ismael Blasco. c/Trafalgar 5-22ª. Valencia 23.

Grupo C.O.M.

c/Boqueras s/n. Almassora (Castellón).

Grupo de la Escuela del Profesorado de EGB de Valencia.

Alejandro Fernández. c/Ruaya 44-6ª. Valencia.

Grupo MATEMA de profesorado de EGB.

Pedro Vilches. c/General Urrutia 33-5º. Valencia.

ELISA CARRILLO

PRESENTACION DE LINEAS DE TRABAJO

SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS DEL I.C.E. DE LA UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Este equipo comenzó a funcionar en el Curso 76-77. Surgió como respuesta a una inquietud constante del I.C.E. de Santander: la Coordinación Didáctica

entre los diferentes Niveles del Sistema Educativo.

El trabajo del Seminario desde su iniciación hasta el momento actual se puede agrupar en tres bloques de actividades:

1. Los tres primeros años se dedicaron fundamentalmente a la problemática que presenta la coordinación didáctica

entre los diferentes niveles educativos.

El equipo elaboró un documento, resultado del estudio y análisis detallado de los programas oficiales de Física, Química, Biología y Geología de cada uno de los niveles educativos de la E.G.B. y B.U.P./C.O.U., en el que se realizó una reflexión crítica de los mismos y una programación consecuente con dicha reflexión. Este documento-