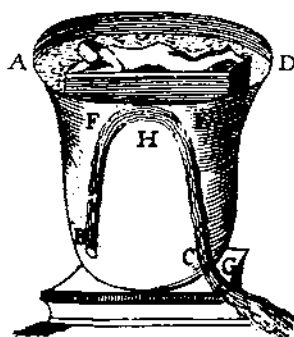


# INTERCAMBIOS, COMENTARIOS



## 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

### CONSIDERACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DEL CALOR EN 2º de B.U.P.

*José Hierrezuelo Moreno, Eduardo Molina González, Antonio Montero Moreno, (Seminario Permanente de Física y Química de la Axarquía).*

En el trabajo de García y Rodríguez (1985) se señala la importancia de los esquemas alternativos de los alumnos, centrado en los conceptos de calor y temperatura en alumnos de 2º de BUP. Coincidimos sustancialmente en el análisis que efectúan sobre estos preconceptos y sobre la responsabilidad de los libros de texto o materiales que se les suministran en el mantenimiento de los esquemas alternativos.

Sin embargo mantenemos ciertas dudas sobre el significado del término *calor*. Los autores definen el calor como nom-

bre de un proceso: el proceso de calentamiento, y proponen identificar ambos términos. Pensamos que calor no es el nombre de este proceso, sino que es energía asociada al mismo.

Para apoyar la idea del calor como nombre de un proceso, citan una serie de obras de reconocido prestigio. Sin embargo, de la lectura de las mismas no nos parece que se pueda inferir esta idea. Incluso transcriben un párrafo de la obra de Alonso y Finn, que sacado de su contexto puede dar lugar a confusión. Veamos lo que esta obra dice antecedendo al citado párrafo: «... El valor promedio del trabajo externo o la energía intercambiada entre un sistema y el medio que lo rodea debido a intercambios individuales de energía que ocurren como resultado de choques entre moléculas del sistema y moléculas del medio que lo rodea se llama calor,  $Q$ , siempre que no pueda expresar-

se macroscópicamente como fuerza por distancia. Por consiguiente,  $Q$ , está compuesta de una suma de un gran número de trabajos externos individuales muy pequeños, tales que no pueden ser expresados colectivamente como una fuerza promedio por una distancia promedio.

El calor  $Q$  se considera positivo cuando corresponde a un trabajo externo neto hecho sobre el sistema y negativo cuando es equivalente a un trabajo externo neto hecho por el sistema. En el primer caso decimos que el calor es absorbido por el sistema y en el segundo caso decimos que el calor es perdido por el sistema.

Ya que el calor corresponde a un trabajo, debe expresarse en joules. Sin embargo, el calor se expresa algunas veces en una unidad llamada caloría, cuya definición fue adoptada en 1948 co-

mo 1 caloría = 4,1840 J. La caloría fue introducida originalmente como unidad de calor cuando la naturaleza de éste era desconocida. Pero la caloría es simplemente otra unidad para medir trabajo y energía, y no solamente calor.

Este es el momento de prevenir al estudiante a fin de que no considere el calor como una nueva o diferente forma de energía...» (Alonso, M. y Finn, E.J., 1970, Física, Vol. I, pg. 273).

Otra obra que citan, Berkeley Physics course, en la página 53 dice: «... calor, energía transferida que no está asociada con trabajos macroscópicos, sino que se verifica a escala atómica...». Encontramos referencias a expresiones donde se usa del calor absorbido o cedido en pg. 35 y 139.

Terminando con las citas creemos que merece la pena transcribir literalmente los párrafos siguientes, extraídos de Tejerina (1976), página 81: «Cuando un sistema termodinámico cerrado interactúa con otro sistema, o con sus alrededores, tiene lugar un intercambio energético, que puede ocurrir de dos modos diferentes, a saber:

1° Transmisión de energía con variación de algún parámetro externo, o debido a la acción de fuerzas que se desplazan.

2° Intercambio energético, sin variación de los parámetros externos, debido a una diferencia de temperaturas; es decir, a la existencia de una interacción térmica.

A la energía transmitida por el primer método, o sea debido a la variación de los parámetros externos o a la acción de fuerzas que se desplazan, se denomina trabajo. Por otra parte, a la energía puesta en juego de acuerdo con la segunda forma, indicada anteriormente, de intercambiar energía, es decir, a la energía transmitida en virtud de una diferencia de temperaturas y que tiene lugar sin variación de los parámetros externos, se denomina calor. De todo ello la primera conclusión que deducimos consiste en afirmar que energía interna, calor y trabajo son una misma cosa: energía; pero una energía un tanto curiosa pues son energía en tránsito, son energía en trasiego de un sistema a otro, y según cual sea la causa de ese trasiego hablamos de calor o hablamos de trabajo. En consecuencia los cuerpos no tienen calor, los sistemas termodinámicos no tienen trabajo, los cuerpos solamente tienen energía.»

En nuestra opinión la sustitución del es-

quema alternativo exige primero diferenciar calor y temperatura. Los alumnos no tienen mucho problema para entender la temperatura como una variable de estado, magnitud que contribuye a conocer el estado de un sistema. Para sustituir el concepto de calor que tienen introducimos la energía interna, que de alguna manera representa la energía que tiene el sistema y así el calor puede adquirir el significado de energía intercambiada entre dos sistemas debido a la diferencia de temperaturas de los mismos.

Refiriéndonos al cambio conceptual que queremos provocar sustituyendo el esquema alternativo por el punto de vista científico, Hewson (1981) señala que el nuevo esquema debe ser verosímil e inteligible para el alumno. Nos parece que el esquema que le presentamos supone un salto menos brusco, aunque no por eso menos correcto. Entre las concepciones que tiene el alumno, hay algo que tienen los cuerpos que ellos llaman calor y nosotros llamamos energía interna, el calor es eso mismo cuando se transfiere, lo que permite que sea más inteligible para alumnos de este nivel.

El sistema anterior nos parece que es coherente y verosímil para los alumnos y creemos que concuerda con la terminología (y con el significado de los términos) utilizada en los textos de autoridad reconocida.

Por otra parte, si le damos al término calor el significado de nombre de un proceso, ¿cómo llamaremos a las transferencias de energía producidas en este proceso? No vemos ninguna ventaja conceptual en este cambio, ni tampoco nos parece que estemos legitimados para hacerlo. Los autores hacen referencia a un artículo de Summers (1983) en el que se propone eliminar el uso de la palabra calor como nombre. No estamos de acuerdo ya que este término es muy usado en el lenguaje ordinario y no lo podemos descartar aduciendo razones didácticas muy discutibles. El hecho de que nosotros lo hagamos desaparecer no implica que así lo haga el alumno. Nuestra labor será la de reinterpretación del significado, no la desaparición artificiosa del término.

El peligro de «sustancialización» del concepto calor está presente en este esquema y creemos que en cualquier otro que se proponga. Bridgeman (1943) señala que la tendencia a pensar en la energía en términos de una sustancia cuasimaterial y no en términos de ba-

lance de cantidades abstractas es influida por la estructura de las lenguas indoeuropeas, a saber la tendencia en estas lenguas a sustantivar.

Por otra parte, el alumno de estos niveles tiene una comprensión limitada según el desarrollo mental que haya alcanzado. En Shayer (1984) se defiende que los alumnos del nivel 3A (formal inicial) usan el modelo «calórico» para la relación calor-temperatura y los cálculos matemáticos implícitos, pero no llega a integrarlos en el modelo cinético-molecular hasta que se alcanza el nivel 3B (formal avanzado). Eso no quiere decir que no puedan usar algunos aspectos de este modelo, pero no dan una interpretación cinética al calor.

Teniendo en cuenta el pequeño porcentaje de alumnos que tienen pensamiento formal avanzado en 2° BUP, Hierrezuelo y Montero (1985), es explicable la tendencia de los mismos a darle un soporte material a la energía y por lo tanto al calor.

Evidentemente el esquema que defendemos no incluye la interpretación estadística de los fenómenos de interacción térmica. En nuestra opinión, no es adecuado para este nivel y en este punto creemos que, como dice Dobson (1985), conviene tener presente que aprender física no es lo mismo que saber física. Un alumno de 15-16 años no puede comprender los conceptos como, por ejemplo, masa, fuerza o energía de la misma forma que lo hace un físico, licenciado universitario. Intentar conseguirlo a los 16 años tiene como resultado una insatisfacción mutua del alumno y del profesor.

#### Referencias

- Alonso, M. y Finn, E.J., 1970, *Física*. Vol. I, (Fondo Educativo Interamericano, México).
- Berkeley physics course, 1969, *Física Estadística* (Reverté, Barcelona).
- Bridgeman, P.W., 1943, *The nature of thermodynamics*, Harvard University Press (Cambridge/Mass.), p. 103.
- García Hourcade, J.L. y Rodríguez de Avila, C. 1985, Preconcepciones sobre el calor en 2° de BUP, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3, n° 3, pp. 188-193.
- Hewson, P.W., 1981, A conceptual Change Approach to Learning Science, *European Journal of Science Education*, Vol. 3, (4), pp. 383-396.

Hierrezuelo, J. y Montero, A., 1985, Medida de la capacidad de razonamiento formal y correlaciones con las calificaciones en el área de ciencias de una muestra de alumnos de B.U.P. (Primer Congreso Interna-

cional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas).

Shayer y Adey, 1984, *La Ciencia de enseñar Ciencias*, (Narcea, Madrid).

Summers, M.K., 1983, Teaching heat-an analysis of misconceptions, *The School Science Review*, Vol. 64, nº 229, pp. 670-676).

Tejerina, F., 1976, *Termodinámica*, vol. 1, (Paraninfo, Madrid).

## GRUPOS DE TRABAJO

### GRUPO DE INVESTIGACION EDUCATIVA DEL CEP DE ZARAGOZA

Tres profesores de Física y Química de Bachillerato constituimos en septiembre de 1985 un grupo de investigación educativa, integrados en el marco del CEP (Centro de Profesores) de Zaragoza, con el objetivo de realizar experiencias educativas innovadoras en el aula, con la utilización de ordenadores.

J. Ramón Blasco Fernández:

*Instituto Goya*

Mariano Calvo Garasa:

*Instituto Pedro de Luna.*

Alberto Piedrafita Hijos:

*Instituto Goya.*

Los tres manejábamos un lenguaje interactivo, el BASIC, y teníamos una experiencia en creación de software educativo. La experiencia que realizamos, durante el curso escolar, en los dos institutos mencionados, con alumnos de 2º de BUP, la resumimos a continuación.

Título de la experiencia: *Uso del ordenador como apoyo en la resolución de problemas de física en 2º de BUP. Objetivos de la experiencia:*

En la experiencia había que desarrollar una serie de programas de ordenador con la finalidad de lograr:

a) con los alumnos los siguientes objetivos:

1.1. Dominio de las leyes de

1.1.1. Equilibrio para un punto material sometido a varias fuerzas en un plano.

1.1.2. Equilibrio para un sólido sometido a fuerzas coplanarias.

1.1.3. Ohm.

1.1.4. Composición de resistencias en un circuito.

1.1.5. Joule.

1.2. Aplicación correcta de las magnitudes y unidades que se utilicen en las leyes anteriores.

b) con el propio grupo de trabajo.

2.1. Creación y aplicación de paquetes de elaboración propia de software educativo para ordenador en el marco de la EAO (CAL).

2.2. Evaluación de los resultados obtenidos en relación con la aplicación de métodos tradicionales.

2.3. Analizar el efecto de la creación propia de software en la estructuración de conocimientos.

#### Hipótesis de trabajo

Se consideró como hipótesis nula de la investigación que el tratamiento con software educativo en el marco de la EAO (enseñanza asistida por ordenador) para ayuda a la resolución de problemas conducía a diferencias estadísticamente significativas frente a la utilización de materiales y métodos tradicionales.

Para aislar el factor de tratamiento con software educativo, los alumnos del grupo de control, realizaron los mismos problemas y con la misma secuencialización que los alumnos del grupo experimental, aunque el número de veces que realizaban estos últimos un mismo ejercicio variando los datos, módulos, direcciones y sentidos de fuerzas, resistencias, tiempos..., era mayor que para el primer grupo.

#### Resultados estadísticos y análisis de la experiencia

Se utilizó la prueba de comparación de dos medias observadas en muestras grandes con datos independientes.

Se partió de la hipótesis de que los grupos de control y experimentación procedían de grupos de la misma media, lo cual se comprobó. Después de realizadas las experiencias, se aplicó la prueba anterior estadística midiendo las magnitudes: media de calificaciones decimales y desviación típica.

Los resultados estadísticos muestran que no hay diferencia significativa en

las calificaciones obtenidas por ambos grupos, en contra de la hipótesis de partida.

Sin haber resultado estadísticamente significativa la experiencia, ha servido a este grupo de profesores para una estratificación de los conocimientos a impartir. Los profesores nos hemos convertido en creadores de materiales adaptados a los alumnos y a los objetivos diseñados por los Seminarios Didácticos de los Centros.

El entusiasmo con que han participado los alumnos y sus sugerencias para aplicarlo más continuamente, nos impulsan a continuar probando las distintas vías que este medio ofrece, particularmente en los procesos que requieren simulaciones y no se pueden hacer en el laboratorio.

#### Conclusiones de la experiencia

1. No se observan diferencias estadísticas significativas, en concordancia con otros investigadores (Jamison, Suppes y Wells, 1974).

2. Ha aportado efectos positivos, sobre la actitud de los alumnos respecto a la enseñanza y a la materia.

3. Esta experiencia ha supuesto para los profesores, un ejercicio de secuenciación didáctica a la hora de elaborar los tipos de problemas.

#### Bibliografía

Blasco Fernández, J.R., 1985, Inducción y verificación de leyes físicas en BUP y COU, mediante simulaciones con ordenador. pp. 555, *Informática y Escuela*. (Los libros de Fundesco). (M.E.C. Madrid).

Tim O'Shea, J.S., 1985, *Enseñanza y Aprendizaje con ordenadores. Inteligencia artificial en educación*. (Anaya Multimedia).