

CORRESPONDENCIA DE Y PARA LOS LECTORES

✉ RÉPLICA DE SÁNCHEZ DIRZO

Sr. Director:

Con alegría, leí los variados comentarios a mi artículo "Un concepto "mágico" en termodinámica: el potencial químico", por parte de los profesores del Departamento de Química del CINVESTAV y, con sumo placer (que no trabajo, ¡y menos adiabático!) procedo a responder.

1. Desde la perspectiva de su enseñanza, el potencial químico, en el mejor de los casos, se reduce a una mera definición sin mayor explicación a la misma.

Ya definido, no hay área de aplicación termodinámica en donde el potencial químico no aparezca.

Que a esta invaluable presencia del potencial químico en los cálculos de los equilibrios de fases, químicos, etcétera, yo la haya denominado "mágica", no era para convocar los espíritus del pasado a que vinieran a nublar la claridad de su comprensión, haciendo aparecer y desaparecer conceptos.

Sólo afirmé que el origen y el significado del potencial químico no son lo suficientemente estudiados durante su aprendizaje, y lo que pretende mi trabajo es dar elementos adicionales que contribuyan a ampliar su discusión, sin ningún temor a que algún duende venga a confundir al estudioso.

Ya que el potencial químico es una consecuencia de las leyes fundamentales de la termodinámica, no es de extrañar que la polémica se haya iniciado con las mismas.

2. Al parecer, la primera noticia escrita sobre la máquina de movimiento perpetuo apareció en el siglo XIII (Kitaigorodski, 1970), pero el

sueño por construirla seguramente nació con el hombre mismo y, desde entonces, la "amarga" realidad lo ha frustrado una y otra vez, haciendo que la creación de trabajo a partir de la nada, se quede sólo en la imaginación de quien lo concibe.

En el transcurso de la historia humana, más de uno ha de haber imaginado mil y un proyectos para aliviar sus sufrimientos a la hora de arar la tierra, acarrear agua, y/o, cargar rocas para construir pirámides, castillos o la muralla china.

Por más adversas que fueran las condiciones en que se viviera, la luz y el calor de una fogata siempre eran bienvenidas y más cuando el hambre y el frío acicateaban el estómago y la piel.

A la fecha, el trabajo para obtener el pan de cada día con el sudor de la frente, es una realidad para la mayoría de los hombres del planeta, siendo el fuego una compañía inseparable, sin que el motor perpetuo aparezca por ningún lado.

No es raro, entonces, que las nociones de conservación y transformación de la energía hayan surgido de las experiencias cotidianas del hombre y tampoco debe sorprender que entre sus descubridores, se encontrara un médico llamado R. Mayer.

Y digo "descubridores" porque la ley de conservación de la energía es fruto del trabajo de varios e ilustres hombres de ciencia (Bernal, 1981; Asimov, 1985; Trabulse, 1987; Maxwell, 1987).

Cuando los profesores del CINVESTAV afirman que "en realidad la Primera Ley de la Termodinámica tiene su origen en los experimentos de Joule" desaparecen de un pluma-

zo las contribuciones que diferentes hombres, en diferentes épocas, realizaron para su establecimiento. Esto es, desaparecen la historia en aras de una supuesta "manera más precisa" de introducir la primera ley de la termodinámica, que según ellos, se encuentra "en los libro de texto más recientes".

En consecuencia, mi propuesta para introducir la primera ley no está basada en "una concepción simplista", ni la propuesta de ellos es "más precisa". Simple y sencillamente, la secuencia de las ecuaciones (1), (2) y (3) que los maestros proponen para introducirla, no es más que otra manera de hacerlo, que en lo particular me parece... aburrida y limitada.

3. Las diversas manifestaciones de la energía y su cuantificación, no pueden separarse de las ideas corpusculares que sobre la materia se tienen actualmente. Sin embargo, hay que recordar que importantes sabios como Mach y Ostwald, rechazaban la existencia de los átomos y las moléculas en el siglo pasado. ¡La teoría atómica de la materia apenas empezó a aceptarse universalmente en este siglo!

Pero independientemente de cuáles puedan ser los límites corpusculares de la materia y la naturaleza de las leyes que los rigen (Heisenberg, 1988), el concepto de movimiento es inseparable de cuantas teorías se han elaborado sobre aquella: en todas está presente.

Que en el siglo XVIII, Rumford haya concluido que el calor no es más que movimiento, no sólo fue brillante: fue genial. Y claro, como todas las ideas geniales, él no fue el único en

expresarla, también lo hicieron Lomonosov, Bernoulli y Waterstone (Smorodinski, 1983).

El decir solamente que "la identificación entre calentamiento y transferencia de calor es un error tan grande como identificar al calor con la temperatura", no contribuye a comprender tan importantes conceptos.

El problema, a mi entender, es que los maestros lo plantean incorrectamente. Vuelvo a insistir en que la noción de energía y sus múltiples manifestaciones no pueden separarse de las ideas corpusculares de la materia.

Tanto el calor como la temperatura son magnitudes estadísticas que representan el movimiento de billones de moléculas y mientras el primero se manifiesta en los límites arbitrarios del sistema y es transitorio, la segunda se manifiesta al interior del sistema y es permanente.

No es en su naturaleza (no dejan de ser ambas variables conceptos estadísticos del movimiento molecular) donde hay que buscar sus diferencias (¡no la tienen!), sino en la diferente manifestación de su idéntica naturaleza. (sic)

4. Por más que busco en mi artículo, no encuentro los argumentos que llevaron a los profesores a concluir que yo asumo que las "diferenciales de Q y W son exactas". Esto es inexacto.

Pero el que uno escriba dQ , dW ; δQ , δW o dq , dw , es tan arbitrario como el signo que les puede anteceder. Claro que coincido en que si un símbolo permite mayor comprensión de cualquier concepto, sea bienvenido.

Por otro lado, el convenio aceptado para los signos de Q y W , establece que cuando el sistema realiza trabajo sobre los alrededores es (+), cuando los alrededores realizan trabajo sobre el sistema es (-). Cuando el sistema transfiere calor a los alrededores es (-) y cuando los alrededores transfieren calor al sistema es (+). Es decir, el convenio establece los signos exactamente al revés de como lo po-

ponen los profesores.

5. Tampoco, por ningún lado, encuentro el supuesto "énfasis acerca de que la segunda ley es misteriosa", y no coincido en que el "objetivo fundamental" de la misma, sea el "establecer la existencia de la entropía" y, mucho menos, que si queremos establecer tal existencia, "debemos recurrir al postulado de Caratheodory".

Desconozco en mucho los intentos por axiomatizar a la termodinámica, pero conociendo las consecuencias del llamado teorema de Gödel (Nagel, 1981; Hofstadter, 1982; Gödel, 1981), creo que son las consideraciones experimentales, más que las matemáticas, las que fundamentan o descartan la existencia de conceptos tan importantes como la entropía (García Colín, 1989).

6. Coincido con el director de la revista en que eso de escribir es una cosa seria, pero no hay otra forma de aprender a escribir que escribiendo; y en el proceso, hasta Cervantes se equivocó.

7. Considero que tenemos que ser más tolerantes con la "aberrante" capacidad calorífica: llamarle capacidad térmica o energética (Rius de Riepen, 1989), en nada cambiaría la situación.

Lo que tenemos que hacer es profundizar, más que intentar "precisar" la enseñanza de la termodinámica. Profundizar significa entre otras cosas, no sólo consultar los textos "más recientes" sino estudiar también las aportaciones originales. Estudiar los trabajos de Rumford, Carnot, Maxwell, Gibbs, etcétera, constituye, además de una agradable sorpresa, un hábito que tendrá que ser establecido en la enseñanza de la ciencia.

Mucho hay que profundizar, Dr. Andoni, en una época donde la velocidad del proceso enseñanza-aprendizaje no lo permite y el placer de la reflexión pausada parece cosa del pasado. Esto no debe ser así; el verdadero conocimiento del universo avanza, no a ritmo de computadoras, sino a ritmo del pensamiento huma-

no, más lento, pero más trascendente.

Por mi parte, el debate sobre la primera y segunda leyes de la termodinámica y sus consecuencias, sigue abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov, I., *Introducción a la ciencia*, Plaza & Janes, 1985.
- Bernal, J. D., *La ciencia en la historia*, Nueva Imagen, UNAM, 1981.
- García-Colín, L., *El Concepto de Entropía*, Seminario de problemas científicos y filosóficos, UNAM, México, 1989.
- Gödel, K., *Obras Completas*, Alianza Editorial, 1981.
- Heisenberg, W., *Diálogos sobre la Física Atómica*, Universidad Autónoma de Puebla, 1988.
- Hofstadter, D.R., *Gödel, Escher, Bach; Una eterna trenza dorada*, CONACYT 1982.
- Kitaigorodski, A., *Lo inverosímil no es un hecho*, MIR, Moscú, 1976.
- Maxwell, J.C., *Materia y Movimiento*, Instituto Politécnico Nacional. 1987.
- Nagel, E., Newman, J.R., *El Teorema de Gödel*, CONACYT, 1981.
- Rius de Riepen, M. Castro-Acuña, C., Wachalowsky, R. *Calor y Movimiento*, Fondo de Cultura Económica, Colección "La ciencia desde México", 1989.
- Smorodinski, Y.A., *La temperatura*, MIR, Moscú, 1983.

Esta réplica llegó a la revista el 11 de diciembre, una vez que el número de enero de 1992 ya estaba en prensa. Los lectores interesados en seguir la pista del debate pueden consultar el artículo original en la página 94 del ejemplar de abril de 1991, y los comentarios de Rojas, Pérez Cartorena y Alfonso en la DOBLE VÍA del número de octubre (págs. 161 a 163). Creo que, como dice Sánchez Dirzo, "el debate sigue abierto". Por ahora, y para evitar contraréplicas de cualquier parte, el director de la revista se abstiene de comentario alguno, pero invita a los lectores a tomar su propio partido.