



Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dr. Enrique Galindo Fentanes (Coordinador), Dr. Edmundo Calva, Dr. Hernán Larralde, Dr. Sergio Cuevas y Dr. Gabriel Iturriaga
 ¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: edacmor@ibt.unam.mx

¿Qué es la termodinámica?

Francois Leyvraz

Instituto de Ciencias Físicas,
UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C.

Hace algunos años, en una pequeña ciudad del Medio Oeste en Estados Unidos, se dieron varias protestas en contra de la segunda ley de la termodinámica. Estas tomaban su raíz en libros de texto en los que se enseñaba, tal vez de manera algo desafortunada, la posibilidad que el universo terminará en una "muerte térmica"; es decir, en un estado carente de cualquier tipo de estructura y, por lo tanto, de vida. Esto les pareció a varias almas sensibles una blasfemia hacia un Creador todopoderoso, de cuya infinita bondad habían logrado convencerse a tal grado que no podían tolerar la exposición de tales ideas a sus inocentes hijos. Tomaron por ende las calles, pidiendo que no se enseñaran ya semejantes herejías. Al enterarse de este extraño suceso, un amigo mío, muy culto, pero con pocos conocimientos de física, me preguntó:

—Y en esto, ¿cuál es tu opinión? Externé, como me parecía obvio, que en semejantes asuntos no era posible tener opinión, sino que sólo le quedaba a uno atenerse a los hechos y a las teorías ampliamente verificadas por la experiencia, como lo son, muy seguramente, las leyes fundamentales de la termodinámica.

—Pero ¿no hay posibilidad de tener opiniones propias? ¿No hay lugar para que cada cual tenga una visión individual de las cosas? ¿No es, como lo dicen algunos, un acuerdo social en la comunidad de los físicos que determina qué leyes supuestamente rigen la naturaleza? Y si es así, ¿qué derecho tienen ustedes a imponer su enfoque particular a personas que desean vivir con otros puntos de vista, como lo es el religioso?

—Me parece —le dije— que estamos confundiendo varios niveles de la realidad. La termodinámica, en sus orígenes, se desarrolló para describir el desempeño de las máquinas de vapor. En esto ha sido extraordinariamente exitosa. Sus aplicaciones en el mundo de hoy son innumerables: no dudo ni por un instante que aquellos que estuvieron protestando contra la segunda

ley, la están aprovechando cada día en los motores de sus automóviles, en sus refrigeradores o cuando disfrutan del aire acondicionado.

—Probablemente necesito que me lo expliques un poco —me contestó—. Siempre había creído que la termodinámica era algo muy desvinculado de la realidad concreta, algo que tiene que ver con información, y con un significado mucho más profundo de lo que corresponde a máquinas de vapor o refrigeradores.

—Primero hagamos una aclaración —le respondí—. Si un concepto explica un dato real de manera sencilla y precisa, entonces éste es tan profundo como necesita serlo. Explicar cómo funciona un refrigerador es importante, entre otras cosas porque sólo así se podrá diseñar uno mejor. Lograr esto con pocas ideas sencillas es el ideal de la ciencia, que en pocos casos se ha realizado tan perfectamente como en la termodinámica. El afán de ser profundo a expensas de la sencillez es del todo ajeno a la ciencia. Si a veces no parece así, es que la ciencia tiene un cierto vocabulario técnico, que muchos no dominan. Pero en lo básico, las ideas importantes suelen ser sencillas.

¿Podrías entonces explicarme esta idea de manera que la entienda? me preguntó.

Bien, lo intentaré —contesté. El tema de la termodinámica es la manera en que la energía puede fluir de un lugar a otro.

¿Flujo de energías? No me esperaba semejante misticismo de parte de un científico...

Por nada, contesté riendo. La energía, en física, es una medida de lo que se puede realizar con ciertos medios. Por ejemplo, si tengo una palanca, puedo levantar un gran peso con poco esfuerzo. La energía es una manera de medir el esfuerzo que resulta independiente de los medios que use: no importa qué sistema de palancas o poleas emplee para levantar un peso a determinada altura, la energía que requiero para hacerlo es siempre la misma.

¿Puedo decir, entonces, que la energía es una manera invariable de expresar en números la cantidad de esfuerzo, o de trabajo que se requiere para lograr determinada tarea?

Exactamente, le contesté, lo has expresado de forma muy apropiada. Ahora bien, una palanca sirve para

pasar energía mecánica de manera eficiente de mi brazo al cuerpo que estoy levantando.

Y de algo similar, entonces, ¿trata la termodinámica?

Sí, pero con una diferencia importante: de lo que trata la termodinámica es el uso de la energía que aparece en forma de *calor*. La primera máquina que usó la "potencia del fuego" de manera útil fue la máquina de vapor.

Las máquinas de vapor ¿son entonces como palancas que usan una energía que hubiera en forma de calor?

De algún modo, sí. Pero aquí es donde hay una diferencia básica entre las máquinas que usan calor y las otras: por ejemplo, en una máquina que usa sólo energía mecánica, o que convierte energía mecánica en eléctrica, siempre es posible, en principio, realizar la conversión de energía a una eficiencia del 100%. La fricción entre las partes causa dificultades técnicas pero, en principio, se pueden reducir más allá de cualquier límite.

Y supongo que me dirás que la termodinámica y su segunda ley, ¿hacen imposible una eficiencia de 100% en máquinas que involucran el calor?

Precisamente, contesté. Para una máquina que usa calor, es necesario hacer pasar el calor de una fuente de temperatura alta a otra de temperatura baja si queremos obtener cualquier provecho del calor.

Bien veo, contestó, que un motor realiza parte de su operación a una temperatura alta, pero no veo dónde se requiere otra temperatura baja.

Se requiere, le contesté, porque el mundo que nos rodea, con su temperatura baja, hace posible que un gas caliente se expanda y actúe con fuerza sobre el émbolo...

¡Ya lo veo! Exclamó: si la temperatura de ambos lados del émbolo fuera la misma, éste no tendría motivo alguno de moverse de un lado más que del otro. Así que lo importante para que funcione es la *asimetría* en las temperaturas.

—Exactamente, pero hay más: la segunda ley no nos habla sólo de motores, sino de procesos físicos arbitrarios. Afirma, por un lado, que ningún proceso puede desarrollarse cuando todas las temperaturas son iguales y, por otro lado, afirma que todos los procesos tienden a igualarlas.



SE REGALARÁ UN LIBRO A LOS PRIMEROS 20 LECTORES QUE LO SOLICITEN A: kcedano@morelos.unam.mx

—Entiendo: si representamos al universo entero como si fuera una gran máquina, esta constante igualación de las temperaturas debería acabar por llevarnos a un estado de cosas en equilibrio termodinámico total, donde, por lo tanto, ninguna actividad sería realizable.

—Así es lo que a veces se dice, y son éstas las ideas que llevaron a las protestas que discutíamos al principio de esta conversación. Sin embargo, no se debe tomar esto demasiado en serio: hay muchas cosas que no sabemos acerca del universo, y no es para nada obvio que se le puede equiparar a una máquina. En particular, la naturaleza de la gravedad hace dudar si se puede realmente aplicar la termodinámica al universo entero. Existe aún cierta incertidumbre sobre lo que le sucederá a nuestro Universo después de mucho tiempo; pero ésta tiene su origen en nuestros conocimientos de las leyes de la física: no nos apoyamos en juicios acerca de

las intenciones de un Creador que nos son, por necesidad, totalmente ocultas.

Sin embargo, preguntó mi amigo, me quedan todavía muchas dudas: ¿por qué el calor tiene esta naturaleza tan particular y diferente de las otras formas de energía? Y ¿qué es, a fin de cuentas, ese otro concepto que se llama *entropía*? ¿Es un concepto abstracto, o puede medirse? A lo que yo contesté: mi explicación fue muy escueta, y espero que nos volvamos a encontrar pronto para dilucidar tus dudas.

En una segunda contribución continuará la historia..

Nota: una versión de este texto fue publicada previamente en el libro "CIENCIA Y FICCIÓN. Antología de un taller de redacción" (K. Cedano y F. Rebolledo, compiladores) (2009), editado por el Campus Morelos de la UNAM con apoyo del CCyTEM.