

Qué tanto es tantito... cuánto mide una caloría

Andrea Suárez Avilés y Mariano López de Haro

La Lic. Andrea Suarez es consultora independiente en Nutrición, egresada de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Latinoamericana "Campus Ciencias de la Salud". El Dr. Mariano López de Haro es investigador del Instituto de Energías Renovables, U.N.A.M. y miembro de la Academia de Ciencias de Morelos. Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

El sobrepeso y la obesidad son de los problemas que preocupan más a las sociedades modernas y en México, es una preocupación importante.

Por una parte, se trata de una cuestión de salud pero por otra parte, también influye en la apariencia física de las personas, lo cual genera otro tipo de preocupación.

Por eso no es de extrañar que dichos problemas se hayan intentado abordar mediante el control de lo que se come. Comúnmente, en las dietas alimenticias se hace alusión al contenido calórico de los alimentos. El término caloría, introducido por Nicolas Clément en 1825, proviene de la *teoría del calórico*, que suponía que la transmisión de calor se producía por el paso de un cierto fluido de un cuerpo a otro.

Gracias a los experimentos del conde Rumford y el trabajo de Joule y von Mayer, la teoría del calórico fue desechada y se consolidó la idea de que calor y trabajo eran equivalentes. Por lo tanto, la caloría es considerada actualmente como una unidad de energía. En la Figura 1, se muestra un dibujo del aparato con el que Joule demostró la equivalencia entre calor y trabajo. La idea básica del aparato de Joule consiste en un recipiente aislado térmicamente que contiene una cierta cantidad de agua, con un termómetro para medir su temperatura y un eje con unas paletas que se ponen en movimiento por la acción de una pesa (Figura 1). La pesa, que se mueve con velocidad prácticamente constante, pierde energía potencial una vez que cae completamente. Como consecuencia de este movimiento, el agua agitada por las paletas se calienta debido a la fricción. Entonces si el bloque con una masa determinada, desciende cierta altura que puede ser medida, el movimiento de la paleta disminuye y la energía involucrada se utiliza para calentar agua.

Gracias a este experimento, en Física se tiene la definición de

caloría, que es aquella cantidad de calor que necesito para elevar la temperatura de un gramo de agua, en un grado centígrado.

En el caso de la nutrición, en lugar de un gramo de agua se utiliza un kilogramo por lo que se habla de kilocalorías en lugar de calorías.

Debe recordarse que en el siglo XX se llegó a establecer que una caloría era igual a 4.186 Joules, gracias a la equivalencia encontrada por el autor cuyo apellido le da nombre a esta unidad. Por otro lado, este descubrimiento llevo al desarrollo del primer principio de la termodinámica.

not be a calorie', plática invitada impartida por el físico reconvertido en terapeuta nutricional Andrew Preece en el congreso "Physics in Food Manufacturing Conference" (<http://foodphysics2019.iopconfs.org/760923>) que se llevó a cabo el pasado mes de enero en Chipping Campden, Reino Unido. En dicho trabajo, podemos encontrar un texto introductorio cuya traducción sería más o menos como sigue:

"La Física es de importancia crítica para apoyar al sector de Manufactura de Alimentos en los retos que enfrenta, que incluyen preocupaciones de salud y nutricionales,

muy importante".

El texto anterior menciona claramente como la Física tiene un papel importante en otras áreas y como el trabajo conjunto entre científicos y la industria alimenticia, puede llevar a una mejora.

Las leyes de la termodinámica y los alimentos

Teniendo lo anterior como marco, en su plática Preece señaló que, aunque dos trozos de brócoli y una barra de chocolate (Figura 2) puedan tener el mismo contenido de calorías, tienen efectos distintos en el aumento de peso y esto suele ignorarse

siderar la *entropía* y la *segunda ley de la termodinámica*, que son más adecuadas para tomar en cuenta la realidad metabólica, es un grave error. Sin entrar en mucho detalle la entropía según la mecánica estadística es el grado de desorden molecular interno de un sistema físico. O bien, la termodinámica clásica la define como la relación entre el calor transmitido y la temperatura a la que se transmite.

Dado que el cuerpo humano extrae energía de manera distinta de diferentes tipos de alimentos, concluye que no todas las calorías son equivalentes. En contraposición, algunos investigadores como Kevin Hall, un físico que hace experimentos y modelos matemáticos del metabolismo y regulación del peso corporal en NIH (National Institutes of Health) en Maryland, Estados Unidos, señalan que los experimentos demuestran que los conteos de calorías que se imprimen en las etiquetas sí toman en cuenta la distinción entre los distintos alimentos. Según él, macronutrientes (por ejemplo, grasas y carbohidratos) tienen efectos muy distintos en el cuerpo, pero en experimentos en los que la gente come alimentos con una cantidad idéntica de calorías, pero contenidos de grasas y carbohidratos diferentes, se ha encontrado que el cuerpo "quema" casi la misma cantidad de energía.

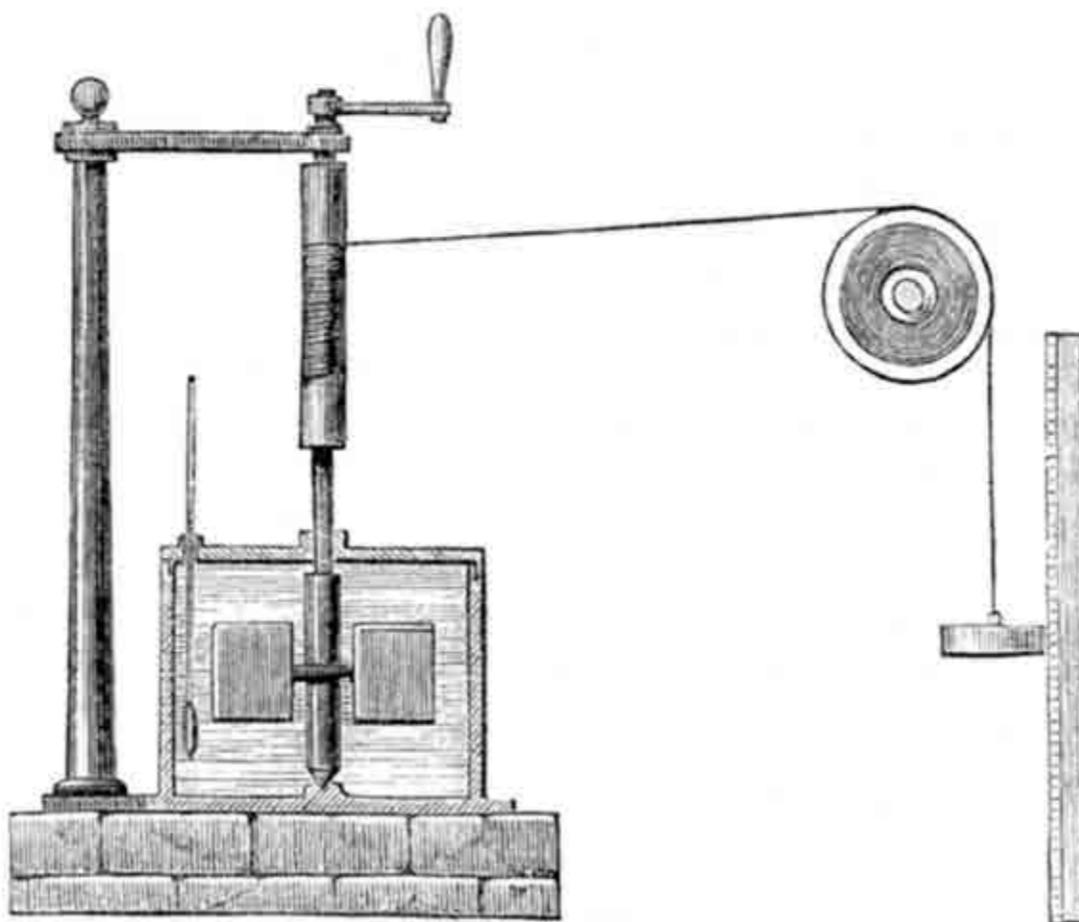


Figura 1. El aparato ideado por Joule para medir el equivalente mecánico del calor en el que el "trabajo" del peso que cae se convierte en el "calor" de agitación en el agua. Tomada de <https://www.aps.org/publications/apsnews/201506/physicshistory.cfm>

Calorías, termodinámica y nutrición

Recientemente, Katherine Wright (una de las editoras de la revista en línea *Physics* de la American Physical Society) publicó una nota con el título "Defending thermodynamics in a diet debate" (Defensa de la termodinámica en un debate de dietas) en la que se afirma que experimentalmente se ha demostrado que las calorías procedentes de diferentes tipos de alimentos son equivalentes y que, a pesar de aseveraciones en contra de ello, las leyes de la termodinámica sí se aplican en el metabolismo humano. La nota fue motivada por el trabajo *Entropy, the second law of thermodynamics and why 'a calorie may*

minimización del desperdicio y del impacto ambiental, mejoras de la seguridad de los alimentos, respuestas al crecimiento poblacional y el aumento de la productividad y el desarrollo y manufactura de productos exitosos. Se requiere de un enfoque multidisciplinario para resolver estos problemas y la Física tiene un papel crucial que desempeñar. La segunda reunión anual del Grupo de Física en la Manufactura de Alimentos se lleva a cabo en las instalaciones de Campden BRI, un proveedor líder independiente de servicios técnicos para la industria de alimentos y bebidas. Reunirá a físicos de la industria y la academia para compartir avances y discutir retos del sector manufacturero más grande del Reino Unido, en el que la Física tiene un rol

en las recomendaciones nutricionales. En particular, aquellas dietas que se basan únicamente en el conteo calórico y el balance de energía, solo consideran la *primera ley de la termodinámica*. En resumen, esta ley nos dice que un sistema termodinámico puede intercambiar energía con su entorno en forma de trabajo y de calor, y acumula energía en forma de energía interna. La relación entre trabajo, calor y energía, viene dada por el *principio de conservación de la energía*.

En el caso del etiquetado de los alimentos en donde solo se toma en cuenta la dosis diaria recomendada, también observamos que se basa solo en la primera ley de la termodinámica. En la opinión de Preece, el no con-



Figura 2. El Brócoli y chocolate y el chocolate pueden tener el mismo contenido calórico en las proporciones adecuadas. Tomada de <https://www.applicantpro.com/articles/chocolate-vs-broccoli-hiring-software/>

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

La energía en la nutrición

Independientemente de quien tenga la razón, lo que es indudable es que para ambos grupos la reputación de la termodinámica en la ciencia nutricional no es muy buena debido a ciertos mitos acerca de la reducción de peso corporal, si bien no se ponen de acuerdo en si dicha mala reputación es merecida.

Uno de dichos mitos es la regla de las 3500 kilocalorías, muy popular en libros de texto de nutrición y en páginas web de dietas. En 1958, el médico Max Wishnofsky calculó que la cantidad de energía almacenada en una libra (~450 gramos) de tejido graso es aproximadamente de 3500 kilocalorías, por lo que ésta es la cantidad de calorías que una persona debe reducir en su dieta para perder una libra de grasa. Esta afirmación resulta simplista y tiene dos inconvenientes: no solamente se pierde grasa al seguir la dieta y el cuerpo se adapta a quemar menos calorías. Por lo tanto, la relación no puede ser lineal y el cálculo es incompleto.

Debido a que el cuerpo humano es un sistema complejo que necesita de una buena distribución de los macro- y micronutrientes en la alimentación para mantenerse en equilibrio y que su regulación a nivel energético es también compleja. La naturaleza de los nutrientes consumidos tendrá un impacto totalmente diferente, metabólicamente hablando, dependiendo de su composición.

variadas. Se emplea energía para mantener el metabolismo basal; también para realizar actividad física; la que se utiliza en el consumo, digestión y absorción de los alimentos. A todo esto, se le conoce comúnmente como el efecto termogénico de los alimentos.

Esta es la razón por la cual, a pesar de que la primera ley de la termodinámica nos plantea que una caloría siempre es una caloría, como señala Preece no es lo mismo si proviene de un caramelo o de un vegetal para el metabolismo humano, ya que el cuerpo no los metaboliza de la misma

forma en que se alimentan las personas: el papel que juegan los sentidos, usos y costumbres, técnicas culinarias, la inocuidad, accesibilidad, el valor sensorial y emocional, la influencia de la agricultura, condiciones de salud y la etapa en el ciclo de vida. Por lo tanto, cada uno de estos factores puede ser visto desde el punto de vista particular de un área científica, como la Psicología, Sociología, Medicina, etc.

Por ello, el conteo calórico debe conformar sólo una parte de la información para realizar un plan de alimentación para pérdida de peso y, desde luego, es indispensable recurrir a ayuda profesional

to con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Referencias

Nicolas Clément (1825), "Cours de Chimie appliquée aux arts", *Le Producteur* 1:574. La cantidad definida por Clément en realidad

London 88 : 80.

James Prescott Joule (1845) "On the Mechanical Equivalent of Heat", *Brit. Assoc. Rep., trans. Chemical Sect.*, p.31, presentado oralmente ante la British Association en Cambridge en Junio de 1845. Julius Robert von Mayer (1842). "Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur", *Annalen der Chemie und Pharmacie*. 42 (2): 233.

Katherine Wright, "Defending thermodynamics in a diet debate", *Physics* 12: 47.

M. Wishnofsky (1958), "Caloric equivalents of gained or lost weight," *Am. J. Clin. Nutrition* 6: 542.



calificada para elaborarlo, combinarlo con ejercicio físico moderado y así evitar problemas de salud posteriores.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjun-

corresponde a una kilocaloría.

Benjamin Count of Rumford (1798) "An inquiry concerning the source of the heat which is excited by friction," *Philosophical Transactions of the Royal Society of*

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar:
www.acmor.org.mx



Por otra parte, desde el punto de vista termodinámico, el cuerpo humano es un sistema abierto que intercambia energía con otros sistemas, por lo que las formas de disiparla son

manera.

Hay mucha ciencia en la nutrición

Es evidente que existen distintos factores que determinan la

