

Móviles perpetuos: Máquinas imposibles

CERCIS MORERA BOADO

La Dra Cercis Morera Boado obtuvo una Cátedra Conacyt en 2018 y la desarrolla en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

La energía ni se crea ni se destruye... Todos conocemos la famosa frase "La energía ni se crea ni se destruye, se transforma", pero de dónde sale esta afirmación, ¿podríamos ser capaces de crear energía de la nada? La rama de la Física que dio respuesta a esta interrogante es la Termodinámica. Esta ciencia estudia a nivel macroscópico cómo se transforma la energía y cómo puede aprovecharse la misma para realizar un trabajo. A través de cuatro principios fundamentales nos permite entender desde el funcionamiento de un coche, de un refrigerador, de una nave espacial hasta una compleja reacción química, el metabolismo humano, el clima, la atmósfera y demás. Ahora, ¿qué es un móvil perpetuo?, de su nombre podemos inferir que es un dispositivo que sería capaz de continuar funcionando eternamente después de un impulso inicial, sin necesitar una energía externa adicional. Diseñar este tipo de máquinas fue muy atractivo en el período de los siglos XII al XVIII, y ocupó un momento importante en la historia del nacimiento y entendimiento de la Termodinámica, pese a que no existen, ni pueden existir.

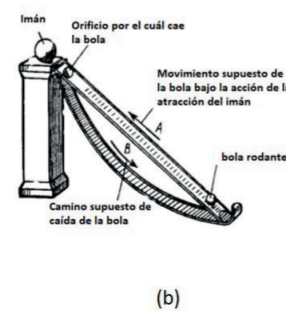
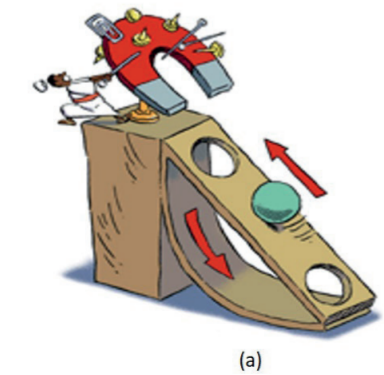
El movimiento de las máquinas

La idea de construir un dispositivo que pudiera poner en movimiento las máquinas sin utilizar la fuerza del ser humano o la fuerza del viento y del agua, surgió por primera vez, por lo que se sabe, en India en el siglo XII. Sin embargo, el interés práctico hacia ella apareció en las ciudades medievales de Europa en el siglo XIII. ¿Y por qué estuvo motivada esta idea? A los seres humanos en aquellos tiempos les llamaba mucho la atención cómo la naturaleza circundante funcionaba de manera eterna, como por ejemplo el movimiento del Sol, de la Luna y los planetas, el flujo del mar y la corriente de los ríos, entonces por qué no crear un motor universal que funcionara perennemente. Esta idea era muy atractiva, se imaginan el desarrollo industrial que supondría tener una máquina que no detuviera su producción, pues se podría utilizar para todo tipo de trabajo, mover aspas de molinos, bombas de agua, funcionamiento de hornos, elevación de cargas pesadas, y todo esto sin detenerse, como nuestro astro rey. Muchos fueron los científicos que intentaron crear máquinas que fueran capaces de funcionar perpetuamente y que, además, pudieran convertir el total de la energía en trabajo u otra forma de energía (eléctrica, mecánica, magnética) de manera indefinida, lo cual implica que

no haya pérdidas en ningún momento. En este sentido las invenciones estuvieron divididas en dos períodos fundamentalmente. El primer período donde surgieron las invenciones alojadas más extraordinarias, entre los siglos XIII y XVI estuvo encaminado a crear lo que se conoce como móviles perpetuos de primera especie, mientras que el segundo período (XVI – XIX) se concentró en los móviles perpetuos de segunda especie.

Móviles perpetuos de primera especie

Los móviles perpetuos de primera especie incumplen con el primer principio de la termodinámica, que no es más que un principio de conservación de la energía. El problema fue que hasta el siglo XIX este principio no fue realmente establecido y entendido por la comunidad científica, y por eso fueron cientos de máquinas las creadas, que eventualmente fallaban. El poeta y filósofo Tito Lucrecio Caro (95 – 55 a. C) describió en su famoso poema, "De la naturaleza de las cosas": "De la nada no nacen cosas, *Tampoco, después de nacer, pueden ellas transformarse en la nada*". Muy aventajado a su época pues nos da la razón de la incapacidad de funcionamiento de las máquinas perpetuas de primera especie. Hemos hablado mucho de la conservación de la energía, y de cómo no puede ser creada ni destruida, esto realmente nos dice que no podemos extraer más energía de la que ponemos, y esta era precisamente el objetivo de estas máquinas, que con un impulso inicial pudieran trabajar indefinidamente. Uno de los ejemplos clásicos de móvil perpetuo sería si ponemos un péndulo idealmente sin rozamiento. Es lógico pensar que el mismo tendría un movimiento perpetuo, pero es importante distinguir entre un sistema que posea un movimiento perpetuo y una máquina de movimiento perpetuo. La máquina debería ser capaz de funcionar de manera autónoma y perpetua solamente con un impulso inicial, y producir, a partir de éste, un trabajo útil, como lo sería por ejemplo el girar una rueda. El utilizar un péndulo idealmente sin rozamiento sería un movimiento perpetuo, pero qué trabajo útil podríamos obtener del mismo. La respuesta es ninguno, porque en el momento que lo intentemos, el péndulo se frena y el movimiento perpetuo se destruye. O sea, no es que no pueda existir un movimiento perpetuo, simplemente no puede construirse una máquina que sea capaz de aprovechar el mismo para realizar un trabajo útil.



Otro de los ejemplos más famosos de móvil perpetuo lo creó el científico John Wilkins en 1649, de tipo magnético (Figura 1).

El esquema consiste en colocar un imán en la cima de dos montantes, uno recto (colocado más arriba) y otro curvo de abajo. El creador de este invento consideraba que una bola de hierro, colocada en el canal superior (recta A) caería por el orificio a través del canal curvo (rampa B) y luego cuando llegue al ojal de menor altura sería atraído por la fuerza de este imán y subiría por el tramo recto A, y de esta forma este movimiento sería perpetuo, pues cuando llegue al orificio inicial del cual partió volvería a caer y así sucesivamente hasta el infinito. ¿Sería posible realizar este movimiento de manera indefinida? Pese a que esta invención a primera vista parece posible, el mismo Wilkins se dio cuenta de que era imposible. La explicación es sencilla, aunque el imán sea lo suficientemente potente para atraer a la bola de hierro por el tramo recto una vez que esté abajo, entonces con mayor razón no la dejaría caer desde el punto más alto del sistema inventado. La bola simplemente se quedaría pegada al imán. Si, por el contrario, la fuerza de atracción del imán es muy débil, aunque la deje caer por el tramo curvo, no la podrá atraer por el tramo recto para volver a empezar el recorrido.

Evidentemente, no se puede generar un movimiento continuo sin una entrada externa de energía, y además todo proceso estará sujeto a una pérdida de energía que hará que la máquina eventualmente deje de funcionar. Ejemplo de esto existen miles, desde el desgaste de la batería de un celular hasta el envejecimiento del motor de un carro. Entonces, esta ley universal de conservación de la energía hace imposible la creación de los móviles perpetuos de primera especie, ya que entonces esta máquina hipotética solo podría producir la misma energía que consume, eliminando la posibilidad de perpetuar el movimiento.

Luego de muchos experimentos fallidos, la academia de Ciencias de París, en 1775 declaró que la confección de un móvil perpetuo era absolutamente imposible, y con ello calmó las ansias de inventivas nuevas. Al ver la frustración que provocaba no poder lograr este tipo de móviles de primera especie, los científicos de la época se preguntaron si podrían entonces crear otro tipo de máquinas, las cuáles llamaron móviles perpetuos de segunda especie. Aunque no lo

sabían ¿estas violarían el segundo principio de la termodinámica! Por primera vez este término fue introducido por el conocido físicoquímico W. Ostwald en el año 1892, por analogía con el viejo móvil perpetuo.

Móviles perpetuos de segunda especie

Aunque la primera ley de la termodinámica exige una conservación de la energía en cualquier transformación, no aclara la facilidad de conversión entre las diferentes formas de energía. Desde tiempos muy antiguos era conocida la facilidad de conversión de trabajo a calor, no hay más que tratar de encender fuego a través de la fricción de la madera, sin necesitar ninguna ciencia para eso. Sin embargo, lo contrario, transformar calor en trabajo no fue logrado hasta la segunda mitad del siglo XIX, con la creación de las máquinas térmicas. Fue el ingeniero mecánico francés Sadi Carnot (1796 – 1832), reconocido como el padre de la termodinámica clásica, quien dio las bases de la segunda ley de la termodinámica basado en el estudio de las máquinas térmicas. El resultado al cual llegó y uno de los enunciados del segundo principio es: *No es posible que el calor fluya de un cuerpo más frío a uno más caliente sin necesidad de producir ningún trabajo para generar este flujo*. El ejemplo cotidiano que tenemos de funcionamiento de esta ley universal es nuestro refrigerador. Para que el mismo nos pueda entregar una cerveza fría en un día acalorado es necesario realizar un trabajo para extraer el calor de un cuerpo más frío a uno más caliente. Los desarrolladores de los móviles perpetuos de segunda especie pensaron en por qué no aprovechar la energía térmica contenida en el ambiente y transformarla en trabajo mecánico y lo más importante, de manera cíclica. Esto sería equivalente a extraer y almacenar, por ejemplo, la energía del mar, del Sol, o de un río y convertirla en trabajo mecánico en un proceso cíclico. La idea parecía atractiva, sobre todo porque no incumplía el famoso primer principio de la termodinámica, ya que la conservación de la energía se mantenía, causa que imposibilitó el funcionamiento de los móviles de primera especie. Resulta que la causante de la ineficacia de estos móviles la tiene una variable que revolucionó toda la termodinámica, y que recibe el nombre de *entropía*. Esta magnitud relaciona precisamente dos conceptos que era fácil de confundir, el calor y la temperatura, y nos da una idea de desorden ó desorganización. La segunda ley expresada en términos de esta función nos dice que la entropía del universo siempre debe aumentar. Si la entendemos como medida de desorden, todos los procesos espontáneos que se nos puedan ocurrir conllevan un aumento de la entropía, y para ir en contra de este

FIGURA 1. (A) Representación del móvil perpetuo magnético de Wilkins y b) Esquema que se describe en el libro «Una centena de invenciones» de J. Wilkins.



FIGURA 2. UNA ilustración diaria de la tendencia hacia el desorden. Revertir este desorden requiere esfuerzo y energía, no es espontáneo.

aumento requeriríamos de realizar un trabajo. Para ilustrar esta idea con una analogía simple consideremos cuando desorganizamos nuestro cuarto y tiramos ropa por doquier, éste es un proceso espontáneo en el tiempo, mientras que lo opuesto, es decir, recoger todo el desastre, requiere un esfuerzo (Figura 2). Otro ejemplo lo vemos en una de las enfermedades contra la que lucha la humanidad desde hace siglos, el cáncer, ese crecimiento anómalo de células cancerígenas, se realiza con un aumento de entropía.

El ejemplo del cuarto desorganizado nos plantea de una forma muy sencilla la tendencia al aumento de la entropía en nuestra vida cotidiana. Pero un ejemplo real se observa en la Figura 3, donde añadimos una gota de tinta en un vaso con agua. La imagen muestra cómo se difunde la tinta en el agua al pasar del estado (a) al (e), sin agitar ni perturbar este sistema. Se observa cómo con el paso del tiempo, vamos transitando de un estado ordenado (estado a), donde la tinta apenas comienza a difundir a un estado de máximo desorden (estado e), donde la tinta está distribuida homogéneamente en el agua, sin haberse agitado. Este es el resultado del paso del tiempo, donde se comenzó en un estado de baja entropía, de bajo desor-

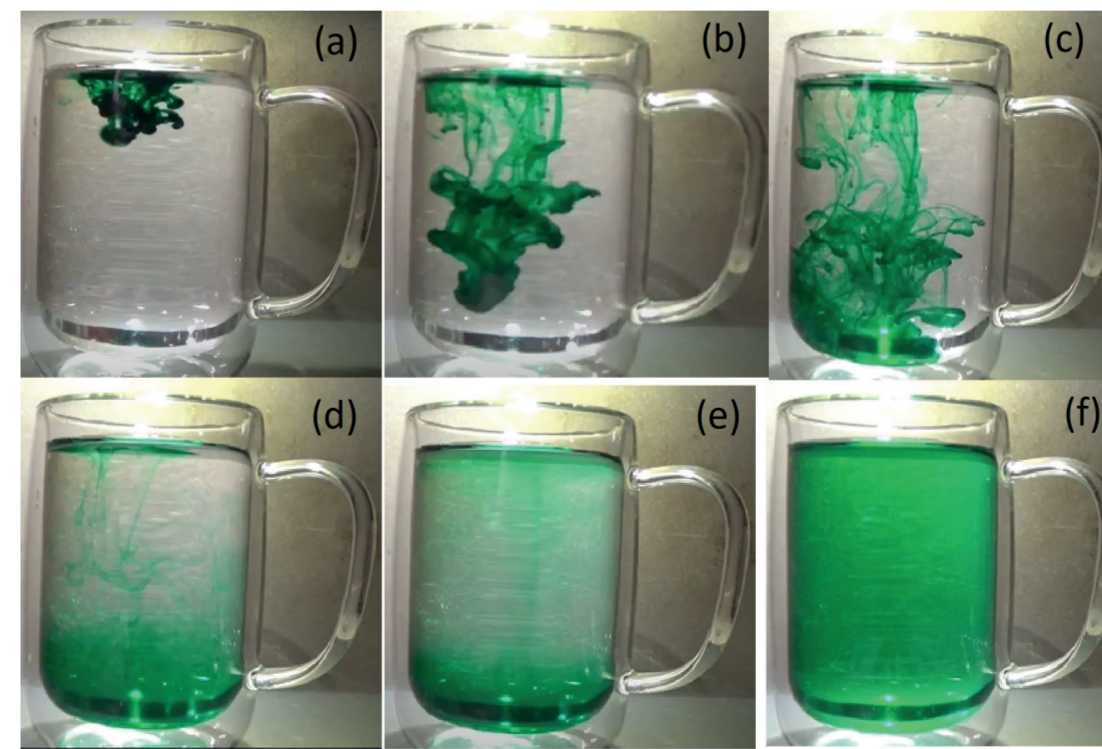


FIGURA 3. REPRESENTACIÓN del proceso de difusión de tinta en un vaso de agua. Evolución del proceso desde el estado inicial (a) al estado final (e).

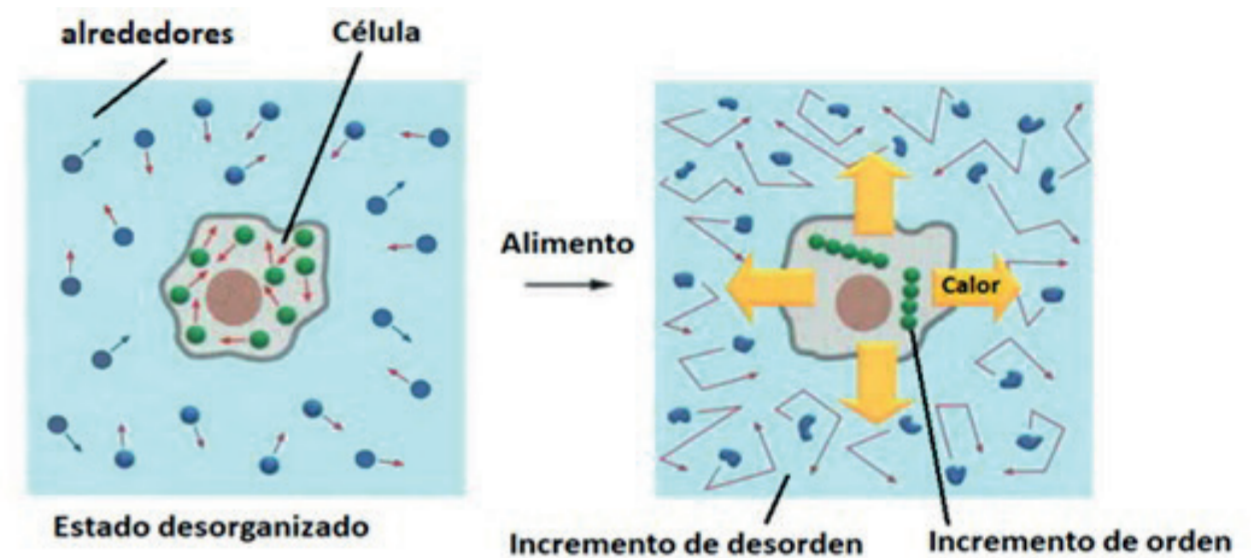


FIGURA 4. ESQUEMA de una célula y su ambiente molecular. En la izquierda se plantea un estado desordenado de la célula rodeada de materia. En la derecha se presenta el cambio que ocurre luego de suministrar energía a través de alimentos, se libera energía a los alrededores de esta, incrementando el orden en el interior.

den a un estado de máxima entropía, cuando ya la tinta está uniformemente distribuida en el agua y permanecerá en ese estado. Esto es una consecuencia del segundo principio, donde los procesos espontáneos que ocurren en la naturaleza van siempre de un estado de orden a uno de desorden, o sea, con aumento de entropía.

% de rendimiento, barcos que se moverían utilizando la energía proporcionada por el océano para mover la turbina sin necesidad de motores, entre muchos otros ejemplos. La segunda ley precisamente nos impide que esto sea posible sin perder algo en el proceso. Un buen motor de combustión interna como el de Otto, llega si

organizados, lo cual parecería ir en contra de un aumento de entropía, o desorden del universo termodinámico. La realidad es que la célula no es un sistema aislado, toma energía del ambiente en forma de alimento, o fotones provenientes de la luz solar, y si bien utiliza esta energía para crear orden, parte de esta es transmitida al entorno celular, lo cual hace que aumente el desorden fuera de la misma (Figura 4). Entonces, este ordenamiento en el interior de las células ocurre a expensas del desorden extracelular, haciendo que el total de la entropía, proveniente del interior más el exterior aumente, cumpliendo así el segundo principio de la termodinámica.

Para finalizar, podemos decir que a través de la historia fueron muchos los intentos creados para tratar de generar estas máquinas perfectas, manipulando la energía para intentar obtener un movimiento perpetuo, y cómo ya sabemos, la energía está en todos lados, disfrazada de diversas formas, no podemos crearla ni destruirla, solo transformarla, y usarla para seguir aprendiendo de manera perpetua.

Referencias

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto 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

- » Ciencia Popular. Móvil Perpetuo antes y ahora. V. M. Brodianski. Editorial Mir. Rubiños-1860. <http://www.librosmaravillosos.com/perpetuum/index.html>.
- » Molecular Biology of the Cell, Fifth Edition, Bruce Alberts et. al. ISBN 978-0-8153-4r05

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx