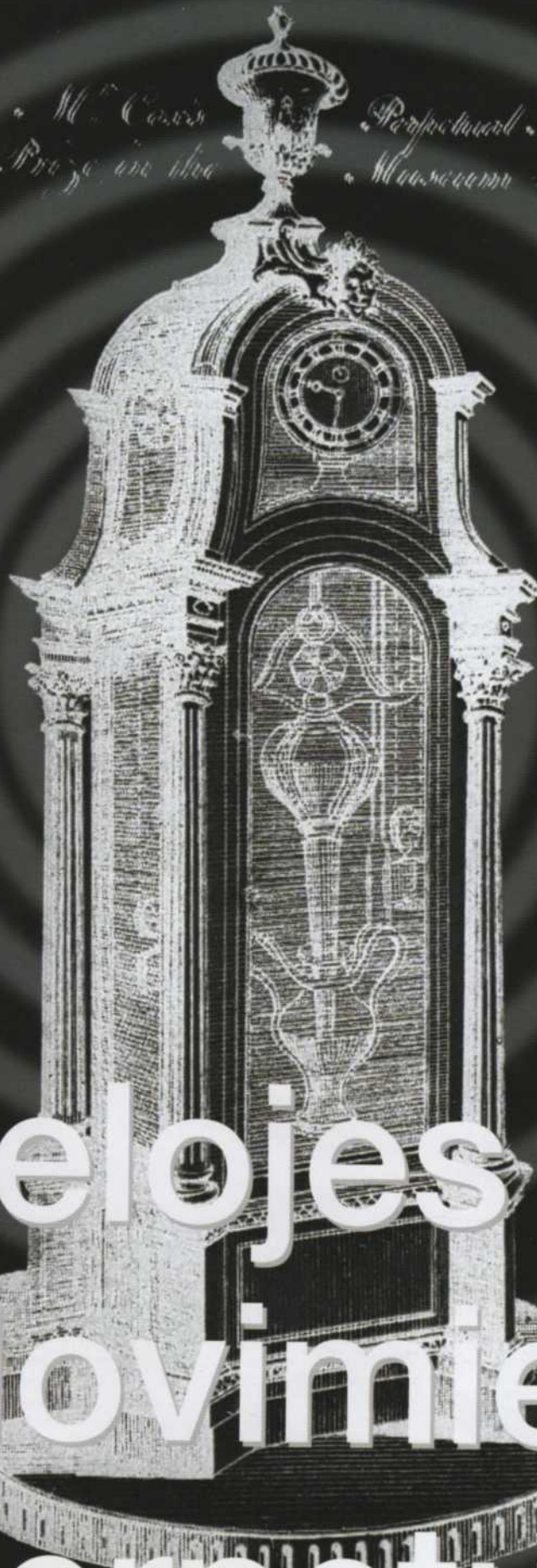


*W. Case's
U. Prize in the
Perpetual Motion
Museum Gallery.*



Relojes de "Movimiento Perpetuo"

Aunque científicamente es absurdo hablar de movimiento perpetuo, a lo largo de la historia de la relojería se han presentado diversos mecanismos en los que la obtención de la energía es tan sutil que bien se puede comprender que sus autores los denominaran de este modo.

por Eduard Farré

El movimiento perpetuo ha sido uno de los mayores sueños imposibles de los pensadores de todos los tiempos. Un móvil perpetuo es una máquina que realiza un trabajo continuo sin necesidad de energía exterior que la mantenga en movimiento. Una máquina que diese rendimiento sin contrapartida, creando energía de la nada, produciría el trabajo más barato que se pueda concebir, de ahí el deseo perenne de fabricar una máquina semejante. Si bien este sueño se contradice con algunas leyes físicas - el principio de la conservación de la energía dice que ésta no puede ser creada ni destruida, sino solamente transformada - en la historia de la humanidad ha habido muchos intentos de conseguir lo imposible, ya con máquinas complicadísimas, ya con una sencilla rueda. En el año 1245 aparece por pri-

mera vez en un documento la descripción de un móvil perpetuo; desde entonces existen proyectos más o menos ingeniosos desarrollados en el seno de todas las culturas del planeta. Por ejemplo, la máquina de Robert Fulton (1618) cuya noria de agua no solamente remontaba el agua utilizada y superaba los rozamientos de todo el mecanismo sino que le sobraba energía para mover un molino de grano (fig 1).

El propio Leonardo da Vinci se sintió atraído por el tema, y en nuestros días se presentan en las oficinas de patentes y en las asociaciones de inventores proyectos más o menos ingenuos de quienes todavía creen haber hallado una solución para conseguir el movimiento perpetuo. Curiosamente, muchos de estos inventores están tan seguros de que su

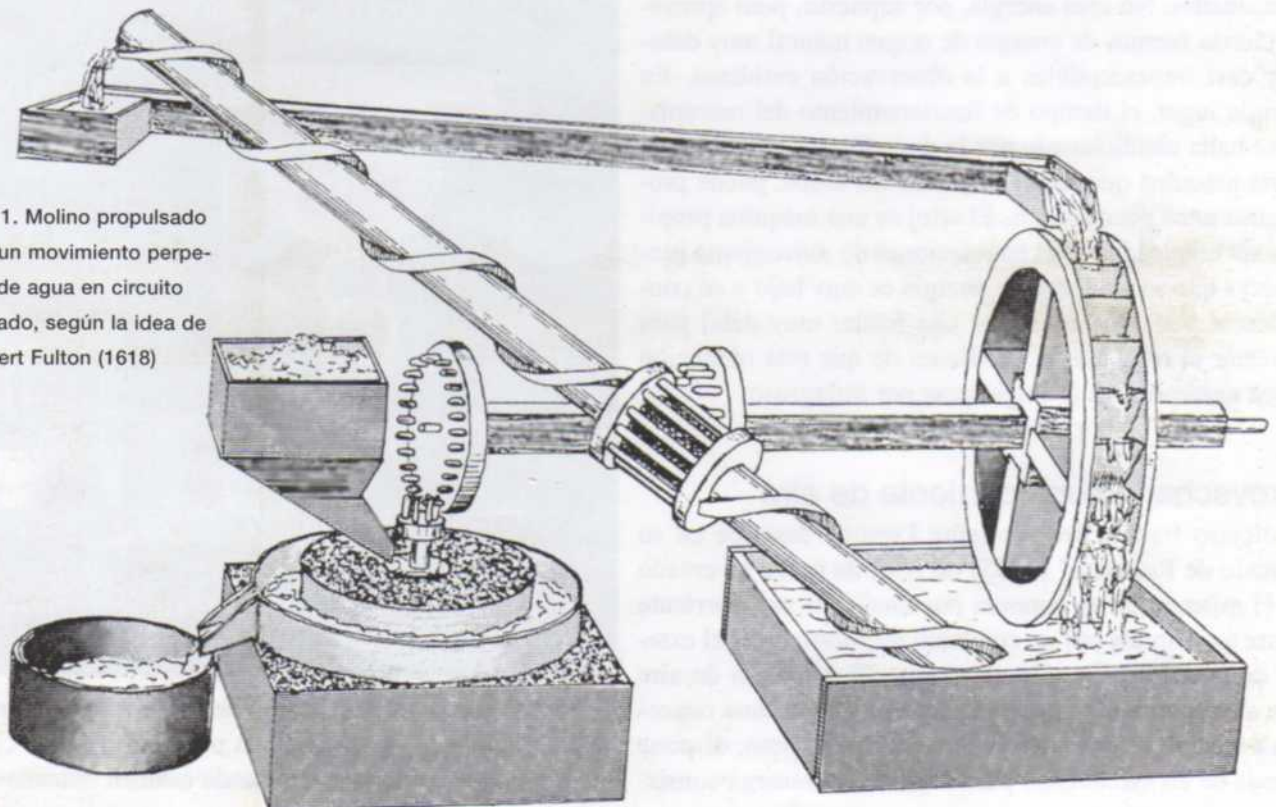


Fig. 1. Molino propulsado por un movimiento perpetuo de agua en circuito cerrado, según la idea de Robert Fulton (1618)

proyecto ha de autoimpulsarse eternamente que, antes de dudar del resultado del experimento, se muestran más preocupados por el modo de detener la máquina en el caso de que se llegara a construir. A lo largo de los últimos siglos varios experimentos al respecto han servido para que sus autores descubrieran la existencia de ciertos factores, imposibles de predecir en aquel entonces, y muchos otros han sido verdaderos fraudes con los que su autor solo buscaba la fama.

En la historia de la relojería hay algunos casos de relojes presentados al público como móviles perpetuos; naturalmente no se trata de verdaderos "Perpetuum Mobile" pero el truco que tienen es tan sutil que bien podemos perdonar a sus autores que los llamaran de este modo. De hecho debemos recordar que se define un móvil perpetuo como aquella máquina que realiza un trabajo mayor que la energía que consume, lo cual, por definición, es imposible ya que implica la creación de energía. Pero queda otro problema por resolver: suponiendo que se llegara a construir algo parecido a un móvil perpetuo, durante cuánto tiempo tendría que funcionar? Unas décadas, unos siglos, para siempre? Pero, ¿qué significa siempre? Acaso ¿es perpetuo nuestro Universo? ¿En qué medida hay que tener en cuenta el desgaste de los elementos mecánicos que lo componen?

De momento, lo más parecido al movimiento perpetuo que se ha llegado a construir cede terreno en las dos premisas mencionadas. No crea energía, por supuesto, pero aprovecha ciertas fuentes de energía de origen natural muy débiles y casi imperceptibles a la observación cotidiana. En segundo lugar, el tiempo de funcionamiento del mecanismo se halla condicionado por la duración y desgaste de la propia máquina que, en el mejor de los casos, puede prolongarse unos pocos siglos. El reloj es una máquina propicia a ser empleada en las simulaciones de movimiento perpetuo ya que su consumo de energía es muy bajo y en consecuencia podemos encontrar una fuente muy débil para alimentar el reloj con la condición de que esta obtención no sea aparente y el artificio pase por milagroso.

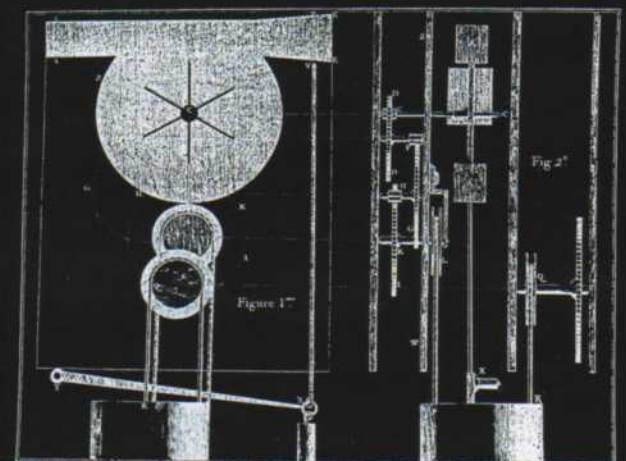
Aprovechando una corriente de aire

El relojero francés Jean-Antoine Lepaute describe en su "Tratado de Relojería" (1755) un reloj de pared inventado por él mismo que se remonta por medio de una corriente de aire que circula por un conducto dispuesto entre el exterior de la habitación y la chimenea. El conducto de aire llega al interior del reloj donde acciona una turbina conectada a un tren de engranajes que remonta el peso; dispone además de un mecanismo para evitar la sobrecarga consis-

tente en una palanca que el peso empuja al llegar a lo más alto y que cierra el conducto del aire. El peso motor del reloj está colgado de un sistema de poleas inventado por Christiaan Huygens que se caracteriza por disponer de una cuerda sinfín, lo cual permite el remontaje sin que se detenga el reloj; el peso motor cuelga de una polea sostenida por el barrilete al que impulsa y por la polea de remontaje que puede actuar en cualquier momento sin alterar la marcha del reloj; en la otra parte de la cuerda hay un contrapeso también colgado de una polea que actúa de tensor de la cuerda.

Elementos principales del reloj de Lepaute (fig. 2)

E-S	Conducto del aire
E	Entrada del aire
S	Salida del aire
Z	Turbina
A	Aspas
T	Ranura del cierre
V	Cierre del aire
C	Eje de la turbina
DFGHI	Tren de engranajes reductor
K	Eje de remontaje
L	Polea de remontaje
Q	Polea del barrilete de marcha
P-R	Extremos de la cuerda que van al peso motor
Y-X	Palanca de cierre del aire



Plano del reloj de pared de Jean-Antoine Lepaute remontado por una corriente de aire (1755)

Fig. 2. Hemos oído hablar de otros relojes domésticos parecidos que se remontaban por la apertura y cierre de la puerta de la habitación donde estaban ubicados.



Aprovechando los cambios de presión atmosférica

El primer reloj que fue presentado al público bajo la denominación de movimiento perpetuo fue el del británico James Cox, a quien también se conoce por sus relojes complicados y con autómatas hechos en gran parte para la corte china. El reloj que nos ocupa (fig. 3) fue fabricado en Londres hacia 1760 y expuesto con el siguiente título "Mr. Cox's Perpetual Motion" (Movimiento Perpetuo, del Sr. Cox). Este reloj es de péndulo y la fuerza motriz es suministrada por una pesa. Lo ingenioso es que para remontar esta pesa, Cox proveyó a su reloj de un mecanismo que se movía por los cambios de presión atmosférica, con lo cual se aseguraba un funcionamiento continuado del reloj mientras en la Tierra se produjeran dichos cambios, por pequeños que fueran.

El núcleo del sistema lo compone un barómetro compuesto por dos recipientes que contienen unos sesenta y ocho kilos de mercurio. Con los cambios de presión atmosférica el mercurio se desplaza de un recipiente a otro provocando el movimiento necesario para que, a

través de un ingenioso sistema de palancas, se remonte el peso motor. Cabe añadir que gracias a un "inversor de movimiento" el peso sube tanto si aumenta como si disminuye la presión atmosférica. También está provisto de un sistema de seguridad para evitar el remontaje excesivo del peso, que desde su posición más elevada podría mantener al reloj funcionando durante tres meses aunque durante

este tiempo no tuviese lugar ningún cambio de presión atmosférica. Como puede verse, el invento es de lo más ingenioso para la época y se puede asegurar que de haber sido construido unos siglos antes habría pasado por un "Perpetuum Mobile" porque saca su energía de un fenómeno que en aquel entonces ni siquiera se conocía. Pero, por la misma razón, no podría haberse construido un aparato así antes de la invención del barómetro.

El mecanismo de Cox consta de las siguientes partes principales (fig. 4):

- H Tubo del barómetro (recipiente superior)
- F Soporte del barómetro (recipiente inferior)
- K Reserva de mercurio
- Aa-Bb Suspensión del barómetro
- M Marco de la cremallera de remontaje
- Y Polea de suspensión de la cremallera
- R Barrilete
- T Peso motor
- t Contrapeso tensor
- Uu Poleas del peso y del contrapeso
- N Rueda de remontaje
- O Trinquete de remontaje
- X Mecanismo de protección de sobrecarga



Esquema del reloj de Cox (dibujo de Ferguson, 1776)

Con los cambios de presión atmosférica el tubo del barómetro H se llena de más o menos mercurio que absorbe o cede al recipiente inferior K; el barómetro H está colgado de los extremos Ba de la suspensión y la reserva K cuelga

Fig. 3. Reloj de antesala remontado por un barómetro de James Cox (1760) (Victoria & Albert Museum de Londres)

de los extremos Ab del sistema de suspensión; con los desplazamientos del mercurio, los brazos Aa y Bb de la suspensión se articulan en forma de tijera y provocan un movimiento en vertical del marco M; dicho marco M tiene en su interior una cremallera que acciona la rueda N que es la encargada de remontar el peso; este remontaje sucede tanto si el marco M sube como si baja ya que en el primer caso la cremallera empuja la rueda N por el lado izquierdo y en el segundo por el derecho gracias a un juego de palancas que unen la cremallera al marco M; el trinquete O retiene la rueda N e impide su descarga accidental. El peso motor T se encuentra suspendido de una polea y de una cuerda sinfin tensada por el contrapeso t formando un sistema de remontaje Huygens igual al utilizado por Lepaute.

Aprovechando los cambios de temperatura

Si bien el reloj de James Cox es un ejemplar único y por consiguiente es una pieza de museo, el que exponemos a continuación es un reloj que se fabrica hoy día casi artesanalmente y puede encontrarse en muchos lugares destacados del mundo entero. Se trata del conocido modelo "Atmos" que fabrica la empresa suiza "Jaeger LeCoultre". Este reloj fue presentado en el "Journal Suisse d'Horlogerie" en enero de 1928, bajo el título: "Une horloge perpetuelle" y era el resultado de las investigaciones que el ingeniero J. Reutter había iniciado en 1913 cuando todavía era estudiante en Neuchâtel. Reutter construyó varios modelos experimentales basados en la dilatación de los gases y de los líquidos, que funcionaban bien pero cuya explotación comercial era imposible a causa de su volumen y fragilidad, características que también hallamos en el reloj de Cox. Por fin se presentó un modelo comercial en 1928 que no ha cesado de evolucionar hasta la actualidad, aunque el principio básico de su funcionamiento es el mismo que en el primer modelo (fig. 5).

El reloj está constituido por un delicado mecanismo que comprende: barrilete con el muelle motriz, engranajes, escape de áncora suiza y un péndulo de torsión o volante suspendido de una fina lámina de elinvar (aleación de níquel y acero). Todo ello concebido con unas características asombrosas. Por ejemplo, la velocidad del barrilete es de 3,6 vueltas al año y la frecuencia del volante es tan baja - una sola oscilación por minuto - que un péndulo normal equivalente tendría que medir unos novecientos metros para oscilar con la misma frecuencia. El mecanismo encargado de dar cuenta a este reloj, lo constituye esencialmente un fuelle metálico lleno de cloruro de etilo (C_2H_5Cl), un gas que tiene la propiedad de poseer un coeficiente de dilatación particularmente elevado. Con los cambios de temperatura el gas aumenta y disminuye su volumen



Fig. 5. El modelo Atmos VIII de Jaeger LeCoultre (fotos del autor)



