

Las máquinas de movimiento perpetuo

Nuestro reto de este año trata sobre **“Las máquinas de movimiento perpetuo”**.

¿Quieres saber más sobre el porqué de este reto y en qué consiste? En los siguientes apartados te lo explicamos:

Perpetuum mobile	2
Un poco de historia	2
Tu reto: el péndulo “mágico”	4
Algunas restricciones	5

Perpetuum mobile

¡Perpetuum Mobile!, gritó Hermione a la vez que apuntaba con su varita en la dirección de la gran bola del péndulo que estaba a punto de pararse. De hacerlo, Ron y Harry quedarían para siempre atrapados en el caldero donde se habían colado para buscar un nuevo Horrocrux.



El conjuro tuvo un efecto inmediato. El péndulo recuperó su energía inicial y la bola volvió a oscilar de manera continua a un lado y al otro, permitiendo a los dos amigos salir del caldero. Primero apareció un apio, después la boca de Ron y, por último, unas gafas en una cebolla que inmediatamente fueron recuperadas por Harry

Hermione, con “la varita en sus manos”, consiguió el movimiento perpetuo del péndulo y así salvar a sus amigos.

Nosotros no podremos ir a la tienda de Ollivander a por una varita, pero sí tenemos la ingeniería en nuestras manos y con ella haremos la magia que consigue el “*Perpetuum Mobile*” de nuestro péndulo.

¿Te apuntas a la magia de la Ingeniería?

Un poco de historia

En ingeniería, los diseños y los proyectos que se realizan están siempre acotados por limitaciones que pueden ser de espacio, de tiempo, económicas, pero, sobre todo, físicas. No todo es posible. Y las leyes de la física marcan los límites de lo que es realizable.

Sin embargo, en ocasiones, esos límites no están claros y hasta que en el siglo XIX Carnot no formuló los primeros principios de la termodinámica (esos que hablan de la conservación de la energía y de la entropía), no faltaron quienes intentaron construir máquinas que, sin aportación de energía, mantenían continuamente sus movimientos. Aún hay quien, sin conocimientos científicos, lo sigue intentando.

Herón de Alejandría ideó una fuente que recirculaba el agua entre dos depósitos, aparentemente de manera continua, pero al final se paraba (probad a construirla en casa, es fácil y divertido).

Cuentan que la “rueda mágica”, desarrollada en Baviera hacia el siglo VI, rotaba continuamente sobre su propio eje impulsada por piedras magnéticas, pero nadie la vio de verdad y por eso se quedó en leyenda.

El gran Leonardo, escéptico con la posibilidad del movimiento perpetuo, pero riguroso con sus métodos, realizó numerosos bosquejos de artefactos que pretenderían generar energía por sí solos.

Sus estudios trataban de verificar si esto era factible. No construyó ninguno, así que cabe pensar que concluyó que no era posible tal tipo de ingenio.

A mediados del siglo XVII, Robert Boyle propuso una vasija perpetua (cáliz perpetuo o la "paradoja hidrostática"), que pretendía mantener un flujo continuo del líquido en una vasija. Lástima que a alguien se le ocurriera el "principio de los vasos comunicantes" para dar al traste con una idea tan sugerente y dejarla a la altura de trucos para una sesión de magia entre amigos.

Llegó el siglo XVIII, el siglo de las luces, la Enciclopedia, la Ilustración, el reconocimiento de la autoridad de la ciencia frente a la magia o la fe. Aún en él, inventores como Johann Bessler idearon máquinas que, tras someterse al minucioso estudio de eruditos y sabios, pareciera que podían moverse sin fuente de energía externa por tiempo indefinido, lo que de hecho ocurrió al menos durante varios meses. Pero, suspicaz con que le robaran su gran invento, Bessler destruyó su máquina y nos dejó sin la posibilidad de averiguar si 300 años después, seguiría en movimiento.

En 1812 Charles Redheffer recorría Estados Unidos con un espectáculo "de pago" en el que mostraba lo que anunciaba como una máquina de movimiento perpetuo, pero que, como se demostró, fue un fraude de charlatán.

Todos estos intentos de energía gratuita y eterna eran prometedores, pero la razón y la ciencia, al menos la actual, muestran que **no es posible** y nos lleva a considerar como erróneo, cuando no como fraudulento, cualquier dispositivo que consiga el movimiento perpetuo, rechazando su consideración, como ya hizo la Real Academia de Ciencias de París en 1775, cuando decidió no aceptar a examen nuevas proposiciones relativas a máquinas de movimiento perpetuo.

Tengámoslo definitivamente claro, solo en el irreal vacío perfecto y sin partes móviles que originen fricción, es posible considerar la existencia del movimiento continuo. ¿Dejará la Tierra algún día de dar vueltas por el Universo? Estemos preparados....

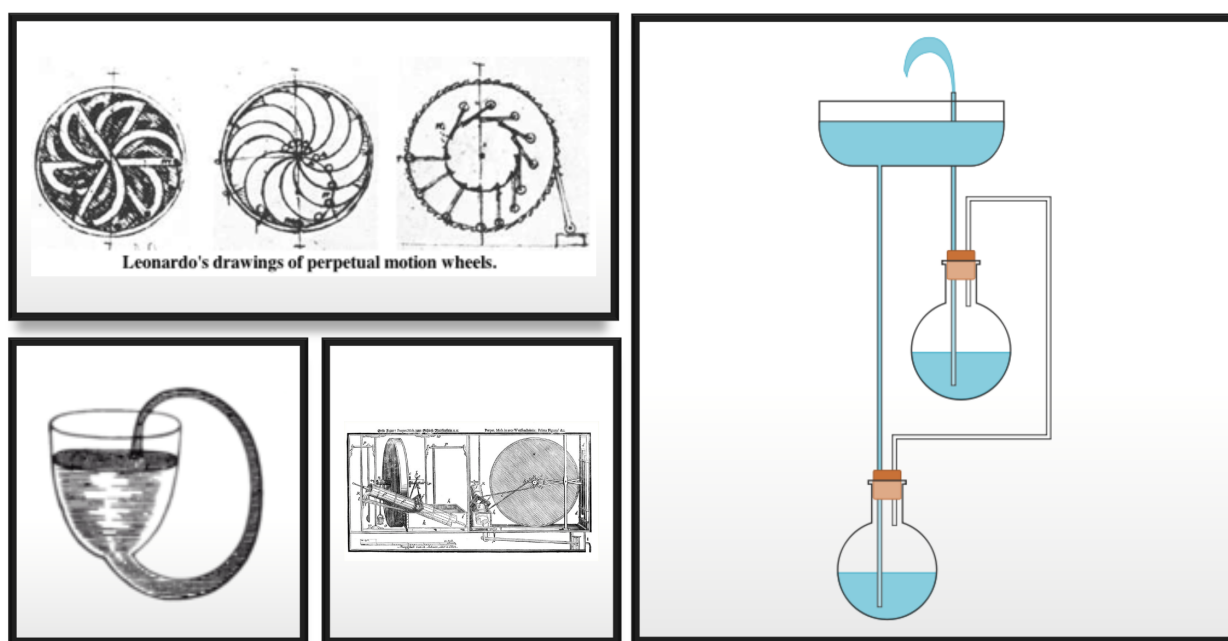


Figura. Algunos inventos de movimiento perpetuo. Arriba izquierda, dibujos de Leonardo da Vinci. Abajo izquierda, vasija de Boyle. Abajo centro, máquina de Bessler. Derecha, fuente de Herón de Alejandría.

Tu reto: el péndulo “mágico”

Os proponemos en este reto que diseñéis y construyáis un **péndulo cuya longitud pueda ser variada dentro de ciertos límites**. Y que utilicéis la física y las matemáticas para modelarlo y así predecir cómo se comportará y que, como es habitual en el método científico, validéis vuestra predicción experimentalmente. Para ello deberéis dotarle de un preciso sistema de medida del periodo de oscilación, haciendo uso de algo de electrónica y programas informáticos.

Además, antes de hacer la “magia” deberéis cuantificar, con ayuda de vuestro sistema de medida las pérdidas que por rozamientos se experimentan en el movimiento.

Finalmente, y en vista de que con las leyes de la física el péndulo se acaba parando, recurriréis a la magia (magia ingenieril, en este caso) para conseguir que “aparentemente” sea un “perpetuum mobile”.

¿Es esto posible? Richard Feynman, físico teórico, premio nobel en 1965 y uno de los padres de la mecánica cuántica, dijo en una ocasión “*Lo que no puedo crear, no lo entiendo*”. Y si lo decía Feynman, debe ser verdad. Así que nosotros, vamos a poner a la ingeniería en nuestras manos. Paso a paso vais a:

- construir con ellas un péndulo con el menor rozamiento posible,
- le vais a incorporar un sistema automático de medida de su periodo y vais a comprobar que, si no le aportáis energía mágica, se acabará parando.
- Aunque como la ingeniería tiene base científica, deberemos sustituir la energía “mágica” por la energía “magnética”, mediante la cual daremos al péndulo, en el momento justo, el empujoncito que consiga que nunca se pare.

Tendréis así que abordar la concepción, el diseño y la construcción de un mecanismo, su modelado físico-matemático, la automatización de un proceso de medida y el desarrollo de un sistema de actuación sincronizado con el movimiento.

Y creándolo, lo entenderéis, como afirmaba Feynman y como hacen las ingenieras e ingenieros.

Os acompañaremos durante todo el camino y veréis que es mucho más fácil de lo que pensáis y, sobre todo, que es muy divertido.

En resumen, este es el reto que os proponemos y las fases para realizarlo:

Concebir y diseñar un péndulo junto a un sistema de medida de su periodo y un sistema de actuación sin contacto que le mantenga en oscilación permanente, con las siguientes fases:

1. Encontrar las ecuaciones físicas que determinan cómo se comporta el péndulo simple de una longitud L .
2. Concebir, diseñar y construir el péndulo, de una longitud L variable, procurando minimizar el rozamiento para que, por sí mismo, se mantenga en movimiento el mayor tiempo posible.
3. Concebir, desarrollar e incorporar un sistema de medida del periodo, basado en una electrónica apoyada por una aplicación informática, que mida su movimiento y evalúe continuamente su periodo.
4. Contrastar los datos experimentales con los que indicaban las ecuaciones físicas estimando, a partir de las diferencias, las pérdidas de energía que se producen por rozamientos u otras causas.

5. Concebir un sistema basado en energía magnética que, adecuadamente sincronizado con la posición del péndulo que estimaréis en base al sistema de medida de su movimiento junto con el modelo que explica su comportamiento, ejerza una fuerza sobre el péndulo que compense las pérdidas y permita que siga oscilando sin llegar a pararse.

El objetivo final será que el péndulo no se pare, evaluándose para la puntuación, cuántas oscilaciones es capaz de dar antes de quedarse quieto. Pero, como veis, hay varios logros intermedios que tenéis que ir cubriendo para conseguir el objetivo final. Descomponer un objetivo complejo en sub-objetivos parciales más simples es un método habitual en ciencia e ingeniería. Mediante él llegareis a alcanzar metas que de entrada parecen muy complicadas.

Conseguir que cada sub-objetivo se resuelva de la mejor manera es importante para que el resultado final llegue a funcionar. Pero, además, cada uno de ellos aportará puntuación para la clasificación final.

En todo este proceso deberéis, como se hace en todo proyecto de ingeniería, conocer con detalle el contexto, documentar y explicar vuestro desarrollo defendiendo sus capacidades, demostrar su funcionamiento y enfrentaros a alguna situación fuera de las condiciones ideales de diseño.

Algunas restricciones

1. Este trabajo se realizará en **equipos de entre 2 y 5 alumnos** que deberán tener la supervisión de un profesor o profesora de su colegio o instituto.
2. Un mismo profesor podrá ser **supervisor de varios** equipos.
3. La inscripción en el concurso debe ser realizada por el profesor/a.
4. El péndulo puede ser construido con cualquier material y mediante cualquier proceso. Puede ser montado a partir de elementos individuales comerciales (rodamientos, varillas, elementos de madera, piezas de construcción, etc.), así como utilizar procesos de fabricación a medida (impresión 3D, piezas torneadas, fundidas, etc.)
5. No se limitan ni los materiales ni los pesos de varilla ni bola. La **longitud del péndulo** (distancia entre el eje de giro y masa que oscila) **deberá poderse ajustar entre 250 y 400 mm**.
6. Todos los equipos estarán tutorizados por un estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. El tutor/a no podrá realizar el trabajo de los concursantes, pero atenderá sus dudas, y les ayudará a superar las dificultades, aportando su experiencia al equipo.

Este trabajo se realizará desde la inscripción en el concurso hasta la competición final en junio de 2021. A lo largo de ese camino, os iremos pidiendo algunas entregas intermedias que nos permitirán ver vuestra evolución y que os ayudarán a alcanzar el objetivo final. Busca cuáles son esas entregas, sus fechas y su peso sobre la puntuación total en el apartado de “Entregas”.