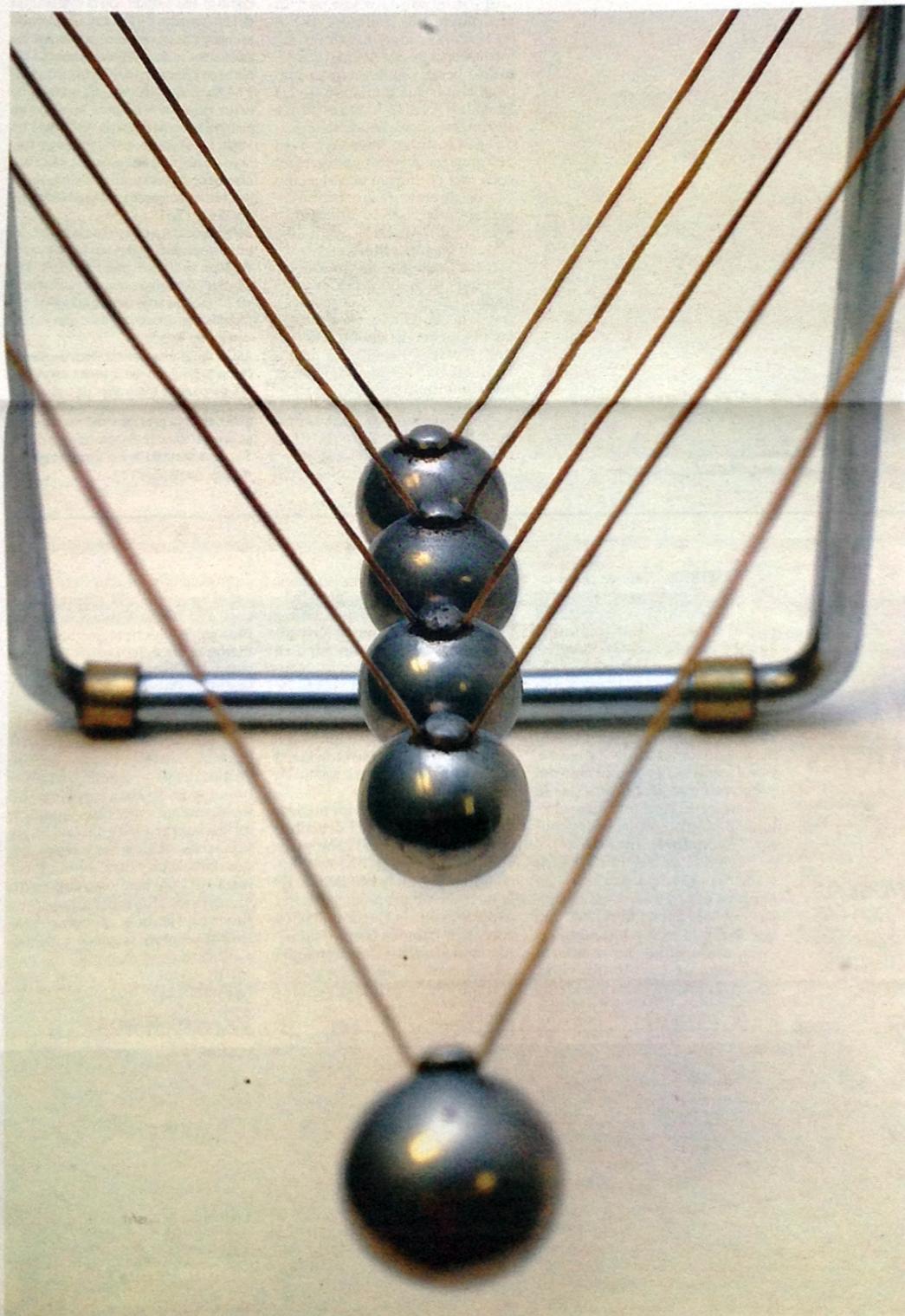


# FÍSICA DE JUGUETE > DIVERTIRSE Y ENTENDER POR QUÉ

ALGUNOS JUGUETES ESTIMULAN LA CURIOSIDAD Y NOS LLEVAN A CUESTIONARNOS POR QUÉ SUCEDEN LAS COSAS. HACERSE ESTA PREGUNTA ES EL PUNTO DE PARTIDA DE LA CIENCIA. LA EXPLICACIÓN QUE SE ESCONDE TRAS UNA PEONZA QUE GIRA O UN COCHE QUE ES PROPULSADO POR EL AIRE DE UN GLOBO CONECTA ADEMÁS DE FORMA DIRECTA CON ALGUNOS PRINCIPIOS DE FÍSICA. TEXTO RAFAEL GARCÍA MOLINA



El denominado "péndulo de Newton" ilustra las leyes de conservación del momento lineal y de la energía cinética. JAVIER PARDOS

> **ESTÍMULOS** Los juegos tienen un gran poder para estimular el aprendizaje en los jóvenes. Sin embargo, parece que no puedan aplicarse estos recursos didácticos a una disciplina tan formal y abstracta como la Física. El gran investigador y docente Richard P. Feynman (premio Nobel de Física en 1965), al igual que otras muchas personas, sí que reconoció el valor que tiene el juego como elemento clave para estimular la curiosidad científica de los jóvenes y, con ello, el aprendizaje de la Ciencia. "...primero divierte al niño con juegos y, luego, lentamente, ¡inyéctale material de valor educativo!", decía.

En el funcionamiento de diversos juguetes y objetos decorativos, como los que presentamos aquí, subyacen principios y conceptos físicos básicos y, por lo tanto, pueden emplearse para discutirlos (a nivel más formal) o simplemente para suscitar la curiosidad científica de quien juega con ellos.

Tal vez a partir de ahora contemplemos los juguetes no sólo como objetos lúdicos o de regalo, sino también como excelentes recursos pedagógicos, con los cuales se puede estimular en los jóvenes (y no tan jóvenes) la curiosidad por la Ciencia, en general, y por la Física, en particular.

**EMPECEMOS GIRANDO** La peonza es un juguete tradicional y, al mismo tiempo, un típico ejemplo con el que se ilustran con frecuencia en los libros de texto varios principios de Física básica. Así, sirve para entender la conservación del momento angular, que ocurre cuando la peonza está girando y el eje de giro está completamente vertical, por lo tanto, no actúa ningún par de fuerzas externo sobre la misma. Por otro lado, cuando el eje está ligeramente inclinado, se produce su precesión, es decir la peonza no se mantiene fija girando, sino que rota describiendo una especie de cono, aquí actúa el par de fuerzas constituido por el peso de la peonza y la fuerza normal en el punto de apoyo. También es interesante observar que una peonza en reposo no se mantiene vertical apoyándose sobre su punta, pero sí lo hace cuando está girando; esto ilustra la diferencia entre el equilibrio estático (ausente cuando la peonza está en reposo) y el equilibrio dinámico (que se consigue cuando la peonza está girando).

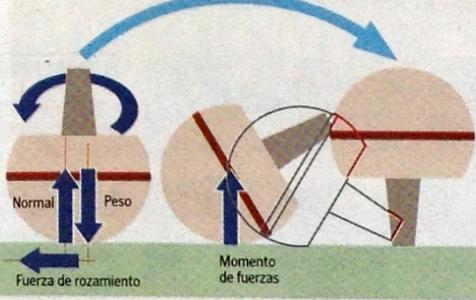
Hay una curiosa peonza, denominada "peonza acrobática" ("tippe-top" en inglés) que comienza a girar con su cuerpo apoyado en el suelo, pero que acaba por darse la vuelta y girar con el mango tocando el suelo. Sin entrar en la explicación rigurosa de este comportamiento (que es bastante elaborada), puede decirse que se debe a que la peonza tiene su centro de masa muy bajo y a la fuerza de rozamiento entre la base redondeada de la peonza y la superficie sobre la que gira, lo cual provoca un momento de fuerza que hace que la peonza se dé la vuelta.

Además de los conceptos mecánicos mencionados anteriormente, se puede pintar una peonza con diferentes colores y diseños para observar diversos efectos ópticos como, por ejemplo, la obtención del color blanco por superposición de colores debido a la persistencia temporal de las imágenes en la retina (una versión del famoso disco de Newton). También existe un tipo de peonza que se ilumina y emite música sólo cuando gira, pues cuando esto ocurre las piezas del

## Los porqués

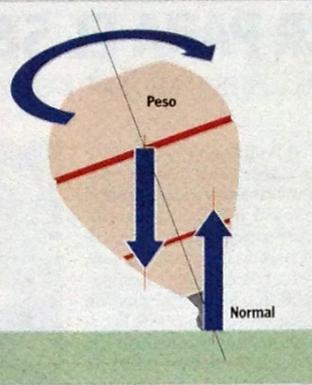
### Peonza acrobática

La peonza acrobática tiene su centro de masa muy bajo. La fuerza de rozamiento entre la base de la peonza y la mesa provoca un momento de fuerza que hace que la peonza se dé la vuelta.



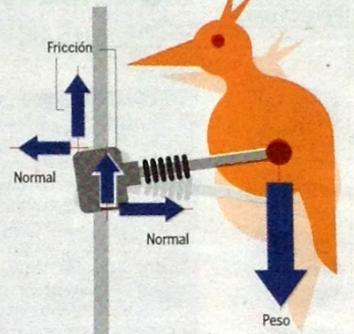
### Peonza

Cuando la peonza gira se consigue un equilibrio dinámico. Cuando el eje de giro está ligeramente inclinado, actúa el par de fuerzas constituido por el peso de la peonza y la fuerza normal en el punto de apoyo.



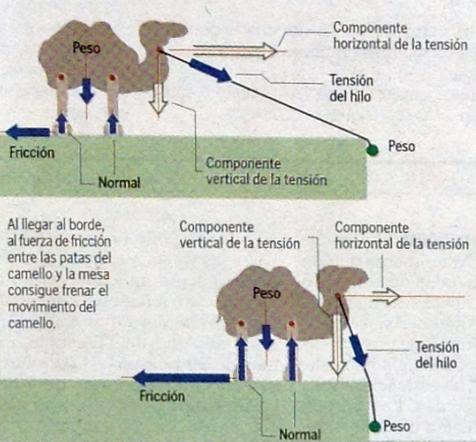
### Pájaro carpintero

Cuando el pájaro está en reposo, la fuerza de fricción contrarresta el peso e impide la caída del pájaro.



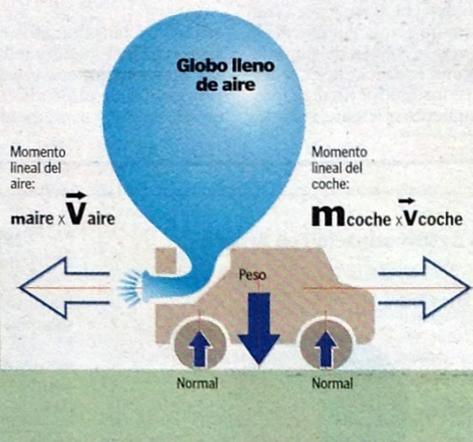
### El camello

La tensión del hilo se divide en la componente horizontal y la vertical. La horizontal hace que el camello avance hacia el borde de la mesa. La componente vertical contribuye a que aumente la fuerza de fricción.

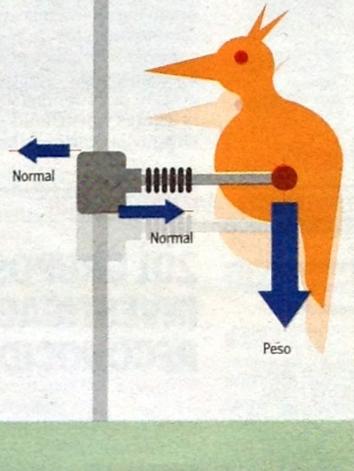


### Coche a propulsión

El globo expulsa el aire por la parte posterior del coche. Este se mueve en sentido opuesto.



Cuando el pájaro oscila el tubo que hace de patas cambia de inclinación. Al pasar por la vertical, no hay fricción, sólo actúa el peso del pájaro y desciende un pequeño tramo.



círculo eléctrico que hay en su interior tienden a acercarse a la superficie externa de la peonza, cerrando la conexión del circuito eléctrico.

RAFAEL GARCÍA MOLINA PERTENECE AL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

### MÁS INFORMACIÓN

[www.fascinations.com/scitoys.com/](http://www.fascinations.com/scitoys.com/)  
[fluorine.e20.physik.tu-muenchen.de/~cucke/espanol.htm](http://fluorine.e20.physik.tu-muenchen.de/~cucke/espanol.htm)  
[fog.ccsf.cc.ca.us/~tbaridin/](http://fog.ccsf.cc.ca.us/~tbaridin/)  
[www-toys.science.unitn.it/toys/start.html](http://www-toys.science.unitn.it/toys/start.html)  
[www.rfag.org/toys/](http://www.rfag.org/toys/)

### PÉNDULO DE NEWTON

El péndulo de Newton, también llamado cuna de Newton o, más recientemente, péndulo de ejecutivo, está formado por cinco (o más, en algunos casos) bolas idénticas de acero, cada una de las cuales cuelga de un par de hilos, de manera que están alineadas horizontalmente y en contacto las adyacentes.

Cuando se separa una de las bolas que hay en un extremo y se deja que choque contra las bolas restantes, que están en reposo, se observa que la bola del extremo opuesto se pone en movimiento y alcanza la misma altura que la bola que se soltó inicialmente; mientras tanto, las bolas restantes quedan en reposo. Este ciclo de oscilaciones, en que alternativamente sale disparada una bola de cada extremo (mientras que las otras cuatro ni se enteran), se repite hasta que el movimiento finaliza, debido a la fricción. El número de bolas que se libera para iniciar el movimiento determina que el mismo número de bolas se ponga en movimiento en el extremo opuesto del conjunto y estas últimas siempre alcanzan la misma altura que las bolas liberadas inicialmente (permaneciendo inmóvil el resto).

El movimiento de estas bolas se explica aplicando las leyes de conservación del momento lineal y de la energía cinética a las colisiones elásticas sucesivas entre bolas vecinas.

## EL CAMELLO CAMINANTE

**FUERZAS Y TENSIONES** Este pequeño camello tiene atado al cuello un hilo con una masa ligera en su extremo y sus patas están articuladas para que se balanceen alternativamente, facilitando el desplazamiento y dando la sensación de que camina. Si se coloca el camello sobre una mesa, alejado unos 30 centímetros de su borde pero con la masa del hilo colgando fuera de la misma, el animal empieza a desplazarse hacia el borde de la mesa y cuando llega allí se detiene, sin llegar a caerse, icontra el pronóstico de quienes lo están observando!

La tensión del hilo atado al cuello del camello puede descomponerse en una componente horizontal y otra vertical; la primera es la responsable de que el came-

llo avance hacia el borde de la mesa (de acuerdo con la primera ley de Newton), mientras que la componente vertical contribuye a que aumente la fuerza de fricción (de sentido contrario al movimiento) entre el camello y la superficie de la mesa. A medida que el camello se aproxima al borde de la mesa, la inclinación del hilo que sale de su cuello se aproxima más a la vertical, con lo cual disminuye la componente horizontal y aumenta la componente vertical de la tensión. Debido a este último aumento, al llegar al borde de la mesa, la fuerza de fricción entre ésta y las patas del camello es tal que consigue frenar el movimiento del camello, deteniéndolo justo antes de que éste se despené.

## EL COCHE A PROPULSIÓN

**CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL** Este coche tiene un conducto en su interior por uno de cuyos extremos se puede soplar para llenar de aire un globo que se ha colocado en el otro extremo del conducto, que se encuentra en la parte posterior del coche. Cuando se deja que el globo expulse el aire que contiene, el coche se mueve en sentido contrario al de salida del aire. Esto es debido al principio de conservación del momento lineal ya que, sobre el coche apoyado en una superficie horizontal, la fuerza neta que actúa es nula. La propulsión del coche a medida que sale despedido el aire del globo es similar a la propulsión de un cohete expulsando por su parte posterior los gases de la combustión que se produce en su interior.



El aire del globo propulsa al coche. J.P.

## TERMÓMETRO DE AMOR

**TEMPERATURA Y PRESIÓN** El denominado termómetro del amor consiste en dos bulbos de vidrio se comunican mediante un tubo estrecho, de diseño más o menos artístico, dispuesto todo el sistema verticalmente; el bulbo inferior contiene un líquido muy volátil coloreado. Al colocar las manos sobre el bulbo inferior, comienza a ascender el líquido coloreado a través del tubo, hasta que llega al bulbo superior, en donde parece que hierve. ¿Por qué? El calor que desprenden las manos provoca la evaporación de parte del líquido contenido en el bulbo inferior, con lo cual aumenta la presión en dicho bulbo. Puesto que la presión del vapor que hay en la parte inferior es mayor que la que

hay en la parte superior, el líquido sube a través del tubo hacia la región de menor presión.

El líquido ascenderá tanto más cuanto más calor le comuniquemos al bulbo inferior, por eso se relaciona un ascenso muy fuerte con el ardor propio del enamoramiento. Cuando ha subido prácticamente todo el líquido al bulbo superior se observa como si estuviera hirviendo; pero la presencia de burbujas no se debe a la ebullición del líquido, sino a que cuando el nivel del líquido que hay en el bulbo inferior desciende hasta la altura de la embocadura del tubo de comunicación, comienza a pasar vapor entremezclado con el líquido que va ascendiendo, y llega al bulbo superior en forma de burbujas.

## EL PÁJARO CARPINTERO

**CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA** Este juguete consiste en un pequeño pájaro que mirando hacia una varilla vertical que hace el papel de tronco de un árbol. Las patas son un muelle horizontal unido a un tubito atravesado por la varilla, siendo el radio del tubito ligeramente mayor que el de la varilla. Al hacer oscilar suavemente el pájaro, éste desciende lentamente a la vez que va picoteando la varilla como si fuera un pájaro carpintero. ¿Por qué se comporta así?

Cuando está en reposo el pájaro, su peso provoca el roce entre la varilla y el tubito por su borde inferior que se encuentra más próximo al pájaro y su borde superior que se halla más alejado, de tal manera que la fuerza de

fricción impide la caída del pájaro. La cosa cambia cuando se hace oscilar ligeramente el pájaro. El tubito de sus patas se inclina al ritmo de las oscilaciones, estando en contacto con la varilla alternativamente el borde superior y el borde inferior; de este modo, el tubito va descendiendo pequeños tramos correspondientes al intervalo de la oscilación en que está vertical y no roza con la varilla.

¿Qué principios hay detrás de todo esto? A medida que desciende el pájaro carpintero, su energía potencial gravitatoria se transforma en energía cinética de traslación (debida a la velocidad que adquiere) y en energía potencial elástica (debida a la vibración del muelle).