

## Física del giroscopio. ¿Cómo funciona el Gyrotwister?

### ¿Una paradoja?

"Powerball", "Gyrotwister" o "Rolerball" son los nombres con los que se vende un artilugio que entrena los músculos de la mano. Se trata de un giroscopio esférico. Rota suspendido en el interior de una ligera, delgada y traslúcida esfera hueca; a través de la misma se observa el cuerpo que lleva dentro. El giroscopio queda suspendido gracias a un eje de pequeño diámetro, cuyos extremos se insertan en una ranura de la cara interna de la cápsula. La ranura abarca un círculo máximo entero de la cápsula; es un poco más ancha que el diámetro del eje, para que éste pueda girar libremente o rodar por los laterales de la ranura. Se puede acceder al giroscopio a través de un agujero circular abierto en la cápsula, de manera que se le podría hacer girar con el pulgar, o tirando de una cuerda unida a su ecuador.

El juego consiste en acelerar el giroscopio, sin tocarlo directamente, hasta un número de revoluciones mucho mayor. Hay que mover el artilugio con habilidad en la mano.

¿Cómo llega a acelerarse? El giroscopio va unido a la cápsula sólo por los dos puntos en los que su eje toca la cara interna de la ranura. Las fuerzas que se puedan transmitir por esos puntos llevan irremediablemente la dirección equivocada, pues el momento angular que generan será perpendicular al eje del giroscopio; a lo sumo cambiará la dirección en que gire éste, pero la rotación no se acelerará.

O, al menos, éste era el resultado al que llegamos, una noche, entre amigos, al aplicar los principios de la física clásica. Habíamos estado buscando la aceleración que da sentido al aparato. Al final lo conseguimos. Refutamos la teoría con la práctica. ¿Dónde estaba nuestro error de razonamiento?

### Formas de moverse del giroscopio

Si se tiene en la mano el aparato mientras gira deprisa, se verá que el giroscopio rota alrededor de un eje de rotación que no cambia con el tiempo; el número de rotaciones por segundo irá poco a poco disminuyendo. La interacción con la cápsula se restringe a cierta fricción entre el eje del giroscopio y una posición (siempre la misma) de la ranura-guía. Este es el movimiento ordinario de un giroscopio. No cuesta desplazar el eje de rotación paralelamente, pero cambiar su orientación en el espacio requiere un considerable esfuerzo, tanto mayor cuanto más deprisa gire el giroscopio.

La rotación se caracteriza mediante una magnitud vectorial, el momento angular. Para un giroscopio esférico, ese vector reposa en el eje instantáneo de rotación y apunta en el sentido en que se enroscaría un

tornillo que girara como el giroscopio. El módulo del momento angular es igual, en determinados casos especiales, el giroscopio esférico entre ellos, al producto de la velocidad angular y del momento de inercia respecto al eje de giro; el momento de inercia crece con la masa que gire y su distancia al eje de rotación.

Para el momento angular valen principios análogos a los del momento a secas, o producto de la masa por la velocidad, que se conserva siempre que no actúe ninguna fuerza. El momento angular de un cuerpo en rotación cambia sólo si actúa sobre él un momento de fuerza  $M$ ; la variación (derivada temporal) del momento angular es igual al momento de fuerza que intervienga:  $dL/dt = M$  o  $dL = M dt$ . Hay una definición breve de  $M$ : "brazo de palanca por fuerza" ( $M = R \times F$ ). Ahí "por" se refiere al producto vectorial de dos vectores: el vector  $M$  es perpendicular a los vectores  $R$  y  $F$ , y su módulo (su "longitud") coincide con el producto ordinario de los módulos de  $R$  y  $F$  sólo si estos vectores son perpendiculares entre sí; si no, será menor.

Sobre nuestro tranquilo giroscopio no actúan, casi, momentos de fuerza. Su momento angular permanece



GYROTWISTER VESTIBEL

1. El Gyrotwister se recomienda a deportistas, pianistas y usuarios de teclados de todo tipo para fortalecer la musculatura de la mano