Inercia e impulso mecánico: ¡Tiremos de la manta! · Álvaro Rancaño Bambach

Esta experiencia fue presentada a los Premios a la Labor Docente en el Fomento de la Experimentación en Física y Química.

El principal objetivo de esta demostración de cátedra (aunque se puede hacer un estudio más detallado en el laboratorio) es ilustrar de forma cualitativa (incluso en el caso de no disponer de laboratorio) los conceptos de inercia, primera y segunda leyes de Newton y el concepto de impulso mecánico con una experiencia bastante llamativa que pueden realizar los alumnos y alumnas una vez que se les explique.
Asimismo, se puede comprobar qué saben y qué desconocen acerca de la fuerza de rozamiento y sus características. Para aprovechar bien esta experiencia y poder reflexionar adecuadamente acerca de lo que sucede, conviene realizarla con alumnado de 4.º ESO o 1.º Bachillerato, ya que conviene que hayan visto las Leyes de Newton en relación con la cantidad de movimiento o momento lineal y no solo en la forma más habitual que es la única que suelen ver en 3.º ESO. También deben conocer el concepto de impulso mecánico, aunque esta experiencia les puede servir como introducción a dicho concepto.

Fundamento

En muchas ocasiones, en experiencias similares a esta, dónde se pone en evidencia la tendencia de un objeto en reposo a mantener su estado de reposo, se explica el resultado del experimento usando solamente la Primera Ley de Newton. Pero no se indica la influencia del tiempo en el proceso, cuando claramente, si se tira del mantel despacio, el resultado no es el mismo. Otras experiencias similares son las de tirar rápido de un papel con una moneda de pie encima, o de un aro con un objeto encima y un vaso debajo, comprobando que al retirar el aro rápido, el objeto cae en el vaso. Conviene, tras hacer la experiencia por primera vez el profesor y antes de que la hagan los estudiantes, hacerles algunas preguntas de este tipo:

- ¿Por qué no se cae la vajilla tras tirar del mantel?
- ¿Por qué si tiramos despacio se caen los objetos? ¿No funciona la Primera Ley de Newton en este caso?
- ¿Se podría saber cuánto vale la fuerza de rozamiento antes de tirar del mantel? ¿Hay fuerza de rozamiento en ese momento?
- ¿Hacia dónde va la fuerza de rozamiento cuando estoy tirando del mantel?
- ¿Cómo podríamos medir el tiempo que hemos tardado en retirar el mantel?
- ¿Cómo podríamos calcular de forma cuantitativa el valor del coeficiente de rozamiento entre el mantel y uno de los objetos (vaso, plato...)?
- ¿Qué coeficiente de rozamiento, el estático o el cinético, es el que más me importa obtener en este caso? ¿Por qué?

La relación entre el impulso mecánico y la cantidad de movimiento es la siguiente:

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot a \cdot \Delta t = m \cdot (v_f - v_0) = p_f - p_0 = \Delta p$$

ISSN: 2990-0271 Real Sociedad Española de Física y Real Sociedad Española de Química

Es decir, que el impulso ($F \cdot \Delta t$) causa un cambio en el momento lineal y, por tanto, en el estado de movimiento del objeto. Si el tiempo es prácticamente cero, no habrá prácticamente cambio en el estado de movimiento y los platos seguirán en su sitio. La fuerza implicada aquí, la que puede cambiar el estado de movimiento de los platos y hacerlos caer, es la fuerza de rozamiento. Dicho coeficiente de rozamiento se puede obtener experimentalmente inclinando la mesa y midiendo el ángulo necesario para que el plato comience a moverse. La tangente de dicho ángulo es igual al coeficiente de rozamiento estático.

Materiales

Mesa, mantel, plato, vaso, jarra, botella, etc.

Procedimiento experimental

1. Se trata simplemente de enseñar al alumnado cómo tirar del mantel. Deben de tener cuidado de no "cojer carrerilla" levantando los brazos antes de tirar (como se ve en el vídeo). Simplemente deben tirar rápido hacia atrás y hacia abajo.
2. Si se desea tener un dato cuantitativo del tiempo, se puede grabar con una cámara que permita usar cámara lenta (la mayoría de los móviles lo permiten) y un cronómetro que se vea en la grabación para estimar ese dato.
3. Si se desea obtener el coeficiente de rozamiento entre el plato (por ejemplo) y el mantel, se puede hacer inclinando la mesa y ver para qué ángulo el plato comienza a moverse. Para medir dicho ángulo se puede usar un transportador de ángulos fijado horizontalmente a la mesa y con una plomada. El ángulo que nos interesa, es obviamente el complementario al que obtenemos con la plomada.
4. Se puede deducir fácilmente que el coeficiente de rozamiento es igual a la tangente del ángulo de inclinación de la mesa.

Conclusiones

Aunque se puede realizar la experiencia de forma más cuantitativa, es muy interesante realizarla aunque sea de forma cualitativa para ilustrar fenómenos cotidianos y relacionarlos con los conceptos que estamos estudiando en clase.

Álvaro Rancaño Bambach
IES Carmen Martín Gaite (Moralzarzal, Madrid)
Contacto: *alvaro.rancano@educa.madrid.org*