

## Física sobre patines

Vídeo de carácter didáctico

Sitio web del Material: <https://www.youtube.com/watch?v=69pwUOIakO0>

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

### Autor:

Arturo Carcavilla

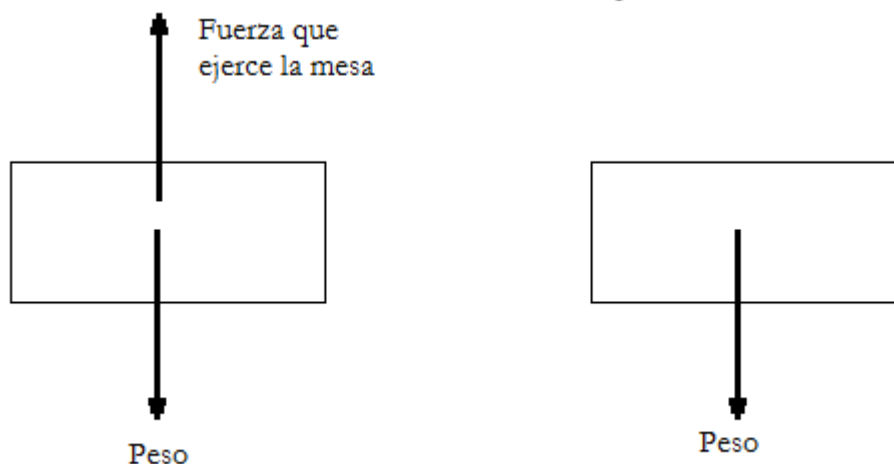
Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza (España)

IES Ramón y Cajal (Huesca, España)

Este vídeo presenta algunas experiencias que ilustran las leyes de Newton y otras sobre el principio de relatividad de Galileo, utilizando patinadores.

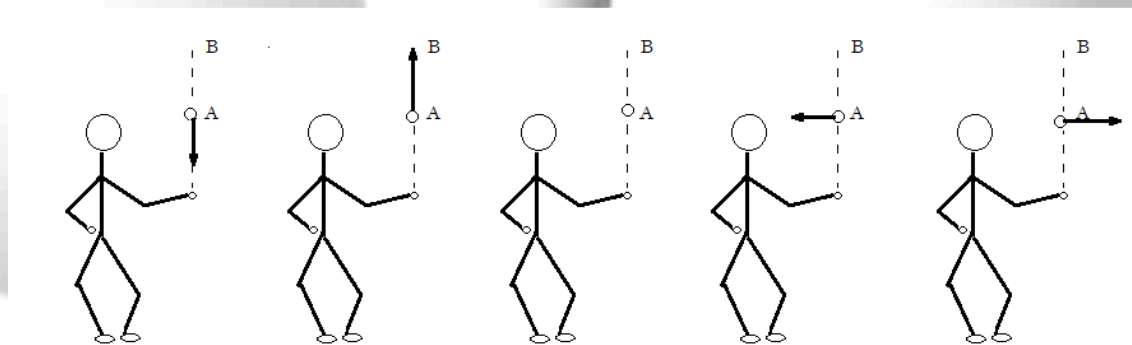
Se comienza con la ilustración del *concepto de fuerza* poniendo ejemplos de tirones o empujones por contacto que unos cuerpos hacen sobre otros, como se hace en el curso de Física Básica Nuffield (1973). ¿Qué ventaja tiene una persona sobre patines? La simplificación del fenómeno al eliminar la fuerza de rozamiento por deslizamiento.

Se muestra que *las paredes pueden hacer fuerza*. Posiblemente el artículo más famoso a este respecto es el de Minstrell (1982). En él se pone de manifiesto que la fuerza normal que el suelo ejerce sobre un objeto en reposo situado sobre él, no es fácilmente aceptada por los alumnos y argumenta para que lo sea.



Aunque la idea de que una pared empuja, sin más explicaciones produce rechazo, en principio, cuando mostramos el fenómeno en el vídeo se admite con bastante facilidad. Cuando empujamos una pared, estando sobre los patines, salimos impulsados hacia atrás, como cuando otra persona nos empuja. Se ha producido el mismo efecto por “lo que haga” la pared que por “lo que haga” el alumno empujándonos. Podemos asociar la misma causa a ese mismo efecto. Podríamos decir que estamos aplicando la navaja de Occam: Pluralitas non est ponenda sine necessitate (la pluralidad no se debe postular sin necesidad)

Se destaca el concepto de *fuerza como interacción*, haciendo ver la necesidad de que haya un cuerpo que ejerza la fuerza. Una situación importante es la de intentar arrancar sin que actúe una fuerza exterior. Se ve que no se puede.



Insistir en la fuerza como interacción es importante como se muestra en el estudio pionero de Viennot (1979) o en el de Watts (1983) a escolares londinenses en el que se les propuso, entre otras, una pregunta en la que se mostraba el dibujo representando un hombre que lanza una bola verticalmente hacia arriba, llega hasta B y vuelve. La flecha representa la fuerza que experimenta la bola cuando pasa por A, subiendo y se les pide que elijan la situación que representa mejor la fuerza que actúa sobre la bola. Para un número muy importante, la fuerza está asociada a la velocidad. Algo similar al impetus de Buridán (1350 aprox.)

La *segunda ley*, se ilustra de modo cualitativo, con ejemplos de situaciones en las que se arranca, o se frena, y otros ejemplos de movimiento circular. Estas situaciones darían pie para *ampliaciones*. Por ejemplo, en el caso del movimiento circular, se podría experimentar cualitativamente la fuerza centrípeta,  $mv^2/r$ , variando  $v$  o  $r$ . En el movimiento rectilíneo, mediante diferentes impulsos  $F \cdot \Delta t$ .

Es muy clásico ilustrar la *tercera ley* con patinadores que se empujan. En este caso, además de hacerlo con patinadores de masas parecidas, lo hacemos con un hombre y una niña de masa aproximadamente, la mitad, con lo que se aprecia la diferencia de velocidades.

Este tipo de experiencias también ilustran el principio de *conservación de la cantidad de movimiento*. Se podrían *ampliar* mediante choques inelásticos o elásticos entre patinadores.

Por lo que respecta al *principio de relatividad de Galileo*, hay dos experiencias. En una de ellas, el patinador suelta una pelota, estando en reposo y mientras se desplaza, y la pelota cae a sus pies. Es la experiencia discutida por Galileo (1632) sobre si un objeto soltado desde la parte alta de un mástil de un barco en movimiento, caería en la base del mástil o más atrás. Otra experiencia muy ilustrativa es la del patinador que hace juegos malabares con tres bolas, en reposo y patinando con movimiento uniforme. En ambos casos, las bolas se mueven del mismo modo respecto a él. En un sistema de referencia acelerado, como cuando sube por una rampa, esto no ocurre.

Podemos hablar también de *metodología de la ciencia*. Cuando se está tratando de falsar una proposición, lo que se hace en realidad es falsar la conjunción de unas cuantas proposiciones.

Consideremos este ejemplo:

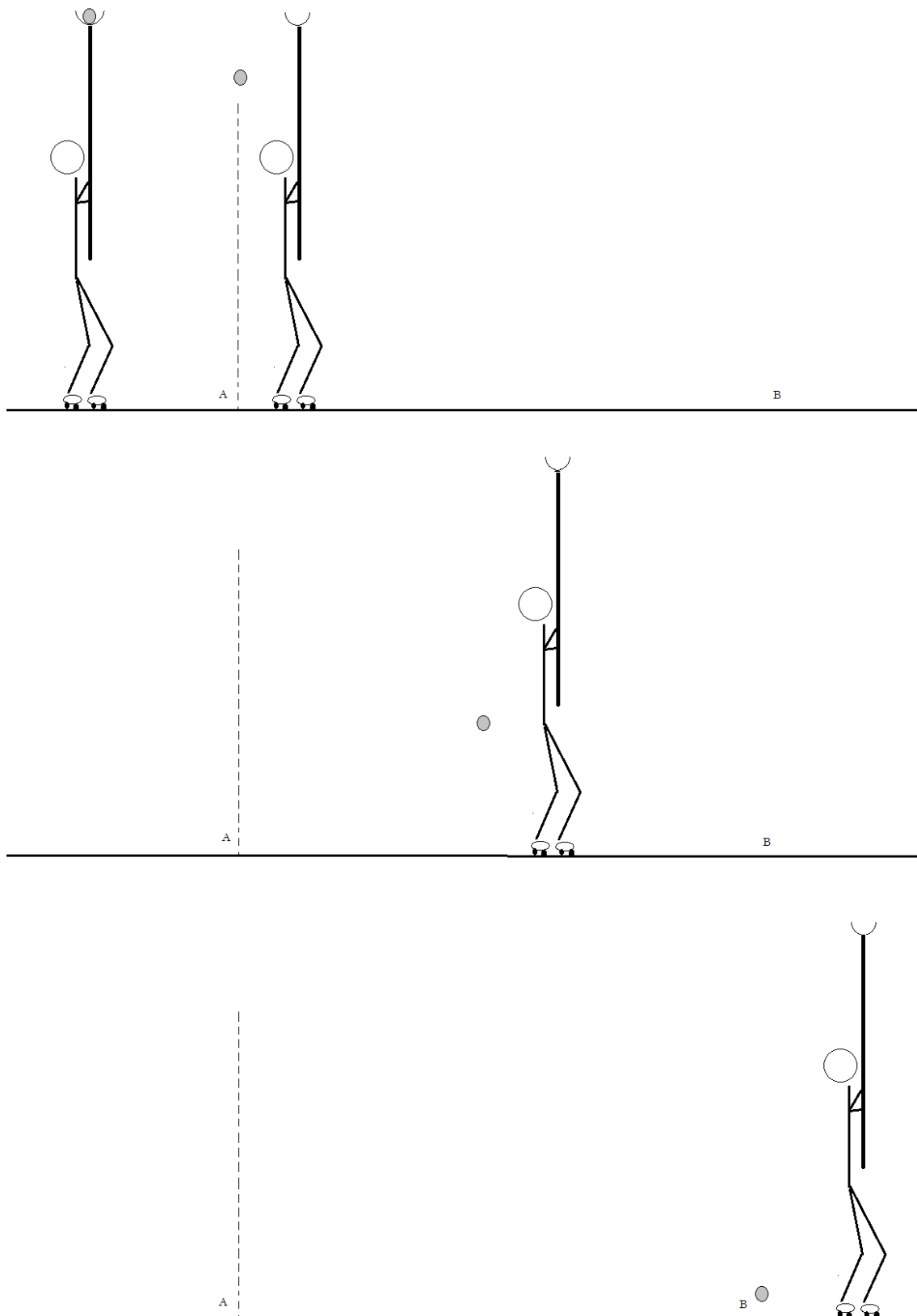
(Ley) Se cumple la tercera ley de Newton

(Enunciado particular) Dos patinadores de la misma masa se empujan y no actúan sobre ellos otras fuerzas horizontales que las que se ejercen mutuamente.

(Conclusión) Saldrán despedidos con la misma velocidad.

Si la conclusión es falsa, alguna de las premisas será falsa. Puede ser que no tengan la misma masa o que los pies de alguno de ellos no estén paralelos y actúe sobre él una fuerza de rozamiento adicional.

Otra situación interesante, relacionada con la falsación de una conjunción de premisas. En el caso del hombre que va con un mástil con la bola en la parte de arriba, la bola no cae en la vertical del punto desde el que ha sido soltada, sino un poco atrás de los pies del patinador. El motivo es que para que la bola abandonara la pértiga, la sacudió un poco hacia atrás, con lo que dio una pequeña velocidad adicional a la bola.



## REFERENCIAS

Buridán, J. (Original de 1350 aprox.) The ímpetus theory of projectile motion En E.Grant (ed.) *A Source Book in Medieval Science*.(1974) Cambridge Massachusetts: Harvard University Press.

Galilei, G. (1632) *Diálogo sobre los máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*, Madrid: Alianza Editorial (1995).

Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher*, January 1982. pp. 10-14.

Nuffield (1983) *Física Básica Nuffield. Guía del profesor I*. Barcelona, Buenos Aires, Caracas, México: Ed. Reverté.

Viennot, L. (1979) Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal in Science Education*. 1 (2), pp. 205-221.

Watts, D.M. (1983) A study of schoolchildrens' alternative frameworks of the concept of force. *European Journal of Science Education*. 5(2), pp. 217-230.