

# 55



## Simple+ física

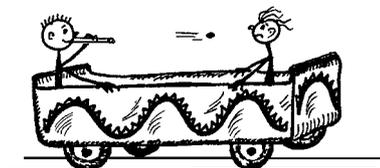


### Batalla (incruenta) en el tiovivo

(18 - 22 octubre 2004)

Dos hermanos (Pedro y Juan) van a la feria y se montan en la vagoneta de un tren; mientras éste viaja en línea recta se dedican a lanzarse proyectiles con una cerbatana, tal como se ilustra en la figura A.<sup>1</sup> Cuando deciden montarse en un tiovivo su padre los coloca lo más lejos uno del otro (para prevenir conflictos), pero ellos reanudan la "batalla" del tren.

¿Conseguirán acertar con sus lanzamientos si disparan proyectiles apuntándose directamente uno al otro, tal como se ilustra en la figura B? ¿Por qué?



A



B

---

**AVISO:** El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

---

Rafael García Molina - Departamento de Física, Universidad de Murcia ([rgm@um.es](mailto:rgm@um.es))

<http://bohr.fcu.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

<http://www.fisimur.org>

---

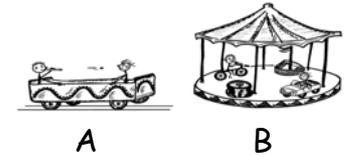
<sup>1</sup> Los proyectiles son objetos blandos (tales como bolitas de papel mojado, arroz...) y como cerbatana puede usarse la funda de plástico de un bolígrafo. Pero como todos hemos sido niños, no es necesario dar muchas explicaciones de cómo preparar este (incruento) arsenal casero.

# RESPUESTA

## Núm. 55: Batalla (incruenta) en el tiovivo

(18 - 22 octubre 2004)

Dos hermanos (Pedro y Juan) van a la feria y se montan en la vagoneta de un tren; mientras éste viaja en línea recta se dedican a lanzarse proyectiles con una cerbatana, tal como se ilustra en la figura A. Cuando deciden montarse en un tiovivo, su padre los coloca lo más lejos uno del otro (para prevenir conflictos), pero ellos reanudan la "batalla" del tren.

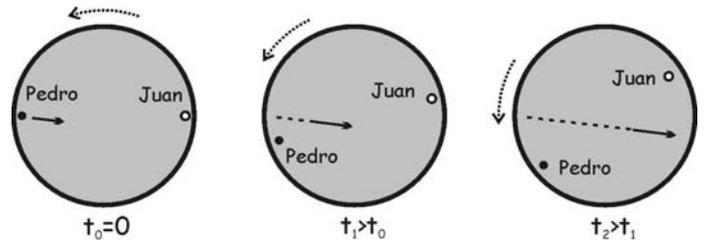


¿Crees que conseguirán acertar con sus lanzamientos si disparan proyectiles apuntándose directamente uno al otro, tal como se ilustra en la figura B?

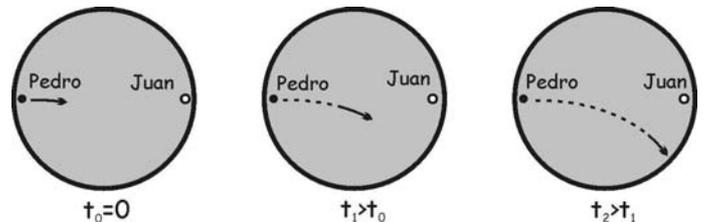
**Resp.:** Para facilitar la descripción, en lo que sigue supondremos que el proyectil apenas cae hacia el suelo mientras se mueve.

Pedro y Juan ocupan posiciones diametralmente opuestas en el tiovivo. Si Pedro apunta directamente a Juan, el proyectil inicia su movimiento dirigiéndose hacia donde está Juan; pero a medida que el proyectil se aleja de Pedro (el lugar de lanzamiento), el tiovivo está girando. Veamos la descripción del movimiento del proyectil realizada desde dos sistemas de referencia.

Sistema de referencia de un observador en reposo, fuera del tiovivo. En las figuras adjuntas se ilustran diversos instantes del viaje en línea recta que sigue el proyectil, al mismo tiempo que la diana hacia la que se dirigía (Juan) va girando con el tiovivo. En la figura se aprecia que la velocidad inicial del proyectil es la resultante de la velocidad con que lanza Pedro (dirigida según el diámetro del tiovivo) y de la velocidad tangencial que tiene el proyectil (por estar girando el tiovivo en el momento del lanzamiento).



Sistema de referencia de un observador montado en el tiovivo. Las figuras adjuntas representan el camino seguido por el proyectil. La interpretación del observador es que el proyectil no sigue una línea recta a causa de una fuerza. Pero esta fuerza es ficticia, recurre a ella porque es un observador no inercial (situado en un sistema de referencia acelerado, como es el caso de un tiovivo girando) para explicar la variación en la velocidad del proyectil (su dirección, en este caso) a causa de una fuerza (tal como establece la primera ley de Newton).



La conclusión (que coincide en ambas descripciones, como no podía ser de otro modo) es que en un sistema girando el proyectil no llega al objetivo si le apunta directamente.

Un observador en el tiovivo girando describe el movimiento recurriendo a fuerzas ficticias (o inerciales), pues para explicar la trayectoria curvilínea del proyectil necesita que alguna fuerza modifique su velocidad (de acuerdo con las leyes de Newton). Las fuerzas ficticias que se introducen para describir el movimiento de un cuerpo desde un sistema que gira con velocidad angular constante son la fuerza centrífuga (que depende de la posición del cuerpo) y la fuerza de Coriolis (que depende de la velocidad del cuerpo, y actúa perpendicularmente a ésta). La fuerza de Coriolis tiene enorme importancia en meteorología, pues es la responsable de que los ciclones giren, vistos desde arriba, en sentidos horario o antihorario en los hemisferios sur o norte, respectivamente. El plano de oscilación de un péndulo también se desplaza siguiendo un movimiento de rotación como consecuencia de la fuerza de Coriolis, lo cual pone claramente de manifiesto que la Tierra está girando sobre su eje.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...):

Si yo he llegado a ver más lejos que otros hombres, es porque me encaramé en hombros de gigantes. [Isaac Newton (1642-1727)]