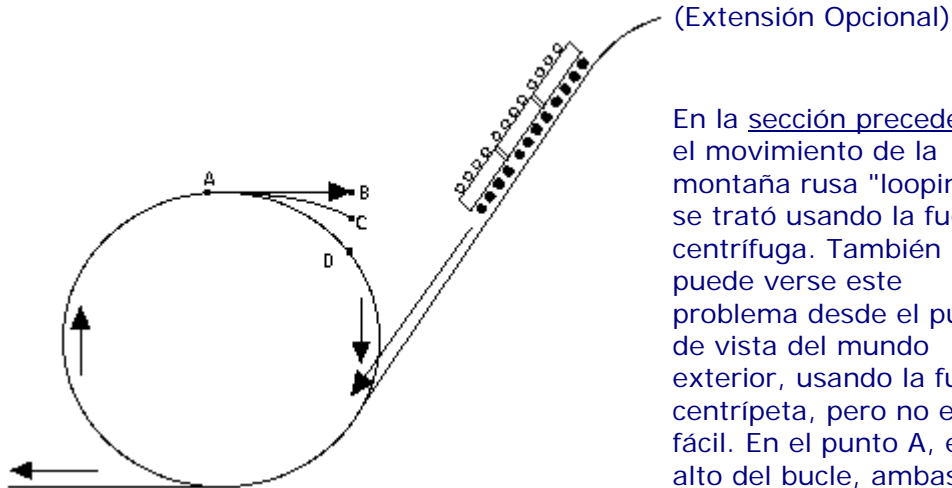


## Astronomía

### El Bucle



En la sección precedente el movimiento de la montaña rusa "looping" se trató usando la fuerza centrífuga. También puede verse este problema desde el punto de vista del mundo exterior, usando la fuerza centrípeta, pero no es fácil. En el punto A, en lo alto del bucle, ambas fuerzas, la de gravedad y

la centrípeta, apuntan hacia abajo. Luego, ¿qué es lo que mantiene a los pasajeros en sus asientos?

Déjenme resolver ese movimiento usando el concepto de fuerza centrípeta. Un vagón que va alrededor de un bucle, de radio  $R$  y velocidad  $V$ , se acelera a razón de  $V^2/R$  hacia el centro (con tal de que se mantenga sobre los raíles) y por consiguiente está sujeto a la fuerza centrípeta  $V^2/R$ , también dirigida hacia el centro. Cuando el vagón está en el punto A, esta fuerza apunta hacia abajo. Tomando "abajo" como la dirección positiva a lo largo del eje vertical.

La fuerza centrípeta es proporcionada por dos fuentes: el peso del vagón  $mg$ , dirigido hacia abajo y la reacción de los raíles  $F_R$ . Tenemos en el punto A

$$mg + F_R = + mV^2/R$$

Por lo tanto

$$F_R = + mV^2/R - mg$$

donde una positiva  $F_R$  empuja el vagón hacia abajo, una negativa tira de el hacia arriba

Ahora el vagón rueda sobre los raíles. En el punto A los raíles están encima del vagón y por consiguiente solo puede empujar hacia arriba contra ellos. Los raíles entonces, reaccionando a la fuerza, deben empujar hacia abajo, de forma similar a la situación en "Los objetos en Descanso", de la sección nº 18 sobre la 2ª Ley de Newton. Así que  $F_R$  debe ser positiva: si fuera negativa significaría que los raíles estarían tirando del vagón hacia arriba, lo que no pueden hacer.

Así que necesitamos que  $F_R > 0$ , o sea

$$mV^2/R - mg > 0$$

o, después de añadir  $mg$  a ambos lados

$$mV^2/R > mg$$

Es el mismo resultado que el obtenido usando la fuerza centrífuga: el problema puede resolverse en el marco de referencia externo, pero el proceso es un poco más complicado. El significado intuitivo se muestra en el dibujo.

- Si cesasen todas las fuerzas sobre el vagón en el punto A, continuaría a lo largo de la línea recta hacia el punto B, de acuerdo con la 1ª ley de Newton.
- Si solo actuase la gravedad, seguiría una parábola hasta el punto C.
- Para que los raíles ejerzan una presión positiva, deberán forzar al vagón a una curvatura más ceñida que solo la gravedad, forzándolo a moverse al punto D.

<http://www.loseskakeados.com>