



Conservación de la cantidad de movimiento

Objetivo: Comprender el principio de conservación de la cantidad de movimiento y aplicarlo en la explicación de fenómenos.

Nivel: Segundo medio

Conservación de la cantidad de movimiento

De la segunda ley de Newton sabemos que si deseamos acelerar un objeto, debemos aplicarle una fuerza neta. En la guía anterior hemos dicho casi lo mismo, aunque con otras palabras. Para cambiar la cantidad de movimiento de un objeto debemos aplicarle un impulso.

Únicamente un impulso externo a un sistema puede cambiar la cantidad de movimiento del sistema. Las fuerzas y los impulsos internos no lo harán. Por ejemplo, las fuerzas moleculares en el interior de una pelota de béisbol no tienen efecto alguno sobre la cantidad de movimiento de ella, así como una persona que está sentada dentro de un automóvil, y que empuja el tablero de instrumentos, no afecta la cantidad de movimiento del vehículo. Las fuerzas moleculares dentro de la pelota de béisbol y un impulso al tablero son fuerzas internas. Ocurren en pares en equilibrio que se anulan. Se requiere una fuerza externa que actúe sobre la pelota o el automóvil. Si no hay fuerza externa alguna, no hay impulso externo y no es posible cambiar la cantidad de movimiento.

Como ejemplo piensa en un cañón que dispara (figura 1). La fuerza sobre la bala dentro del cañón es igual y opuesta a la fuerza que causa que el cañón dé un culatazo. Puesto que estas fuerzas actúan al mismo tiempo, los impulsos también son iguales y opuestos. Recuerda la tercera ley de Newton sobre las fuerzas de acción y de reacción. También se aplica al impulso. Los impulsos son internos al sistema que abarca la bala y el cañón, de manera que no cambian la cantidad de movimiento del sistema bala-cañón. Antes del disparo la cantidad de movimiento neta o total era cero. Después del disparo, la cantidad de

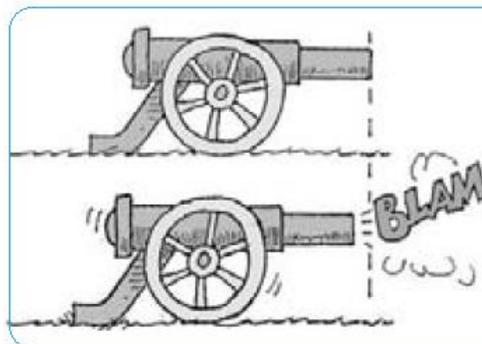


FIGURA 1

La cantidad de movimiento antes del disparo es cero. Después del disparo, la cantidad de movimiento neta sigue siendo cero porque la cantidad de movimiento del cañón es igual y opuesta a la de la bala.

movimiento neta sigue siendo cero. No se ganó ni se perdió cantidad de movimiento.

La cantidad de movimiento, al igual que las cantidades de velocidad y de fuerza, tiene tanto dirección como magnitud. Es una *cantidad vectorial*. Al igual que la velocidad y la fuerza, la cantidad de movimiento puede anularse. Así, aunque la bala del cañón en el ejemplo anterior gana cantidad de movimiento cuando sale disparada, y el cañón que retrocede gana cantidad de movimiento en la dirección opuesta, no hay ganancia en el *sistema* cañón-bala. Las cantidades de movimiento de la bala y del cañón son iguales en magnitud y opuestas en dirección. Por lo tanto, estas cantidades de movimiento se anulan para dar cero en el sistema como un todo. Puesto que ninguna fuerza externa neta actúa sobre el sistema, no hay impulso neto sobre éste y no hay cambio neto en la cantidad de movimiento. Como podrás ver, *si ninguna fuerza neta o ningún impulso neto actúa sobre un sistema, no cambia la cantidad de movimiento de ese sistema.*



Cuando no cambia la cantidad de movimiento (o cualquier cantidad en física), entonces decimos que *se conserva*. La idea de que la cantidad de movimiento se conserva cuando no actúan fuerzas externas constituye una ley fundamental de la mecánica, llamada la **ley de la conservación de la cantidad de movimiento**, que establece que **En ausencia de una fuerza externa, la cantidad de movimiento de un sistema permanece sin cambio**.

Si en un sistema donde todas las fuerzas son internas como por ejemplo, vehículos que chocan, núcleos atómicos que experimentan decaimiento radiactivo o estrellas que estallan, la cantidad de movimiento neta del sistema es la misma antes y después del evento.

Examínate 1

1. La segunda ley de Newton establece que, si no se ejerce ninguna fuerza neta sobre un sistema, no ocurre aceleración. ¿De esto se desprende que tampoco ocurre cambio en la cantidad de movimiento?
2. La tercera ley de Newton establece que la fuerza que ejerce un cañón sobre la bala es igual y opuesta a la fuerza que la bala ejerce sobre el cañón. ¿De esto se desprende que el *impulso* que ejerce el cañón sobre la bala es igual y opuesto al *impulso* que la bala ejerce sobre el cañón?

Choques

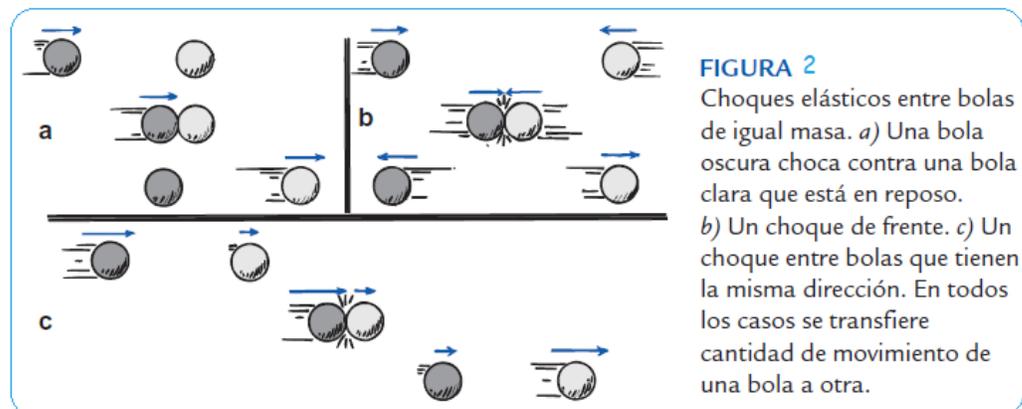
La cantidad de movimiento se conserva en los choques, es decir, la cantidad de movimiento neta de un sistema de objetos que chocan no cambia antes, durante ni después de la colisión. Esto se debe a que las fuerzas que actúan durante el choque son fuerzas internas, que actúan y reaccionan dentro del sistema mismo. Sólo hay una redistribución o partición de la cantidad de movimiento que haya antes de la colisión. En cualquier choque se puede decir que

Cantidad de movimiento neta antes del choque = cantidad de movimiento neta después del choque

Esto es cierto, independientemente de la forma en que se muevan los objetos antes de chocar.

Cuando una bola de billar rueda y choca de frente contra otra que está en reposo, la que rodaba se detiene y la otra bola avanza con la rapidez que tenía la bola que la chocó. A esto se le

llama **choque elástico**; en el caso ideal, los objetos que chocan rebotan sin tener deformación permanente, y sin generar calor (figura 2). Pero la cantidad de movimiento se conserva hasta cuando los objetos que chocan se enredan entre sí durante el choque. A esto se le llama choque inelástico, y se caracteriza por la





deformación permanente o la generación de calor, o por ambas cuestiones. En un choque perfectamente inelástico, ambos objetos se adhieren. Por ejemplo, imagina el caso de un furgón que se mueve por una vía y choca contra otro furgón que está en reposo (figura 3). Si los dos furgones tienen igual masa y se acoplan en el choque, ¿se puede calcular la velocidad de los carros enganchados después del impacto?

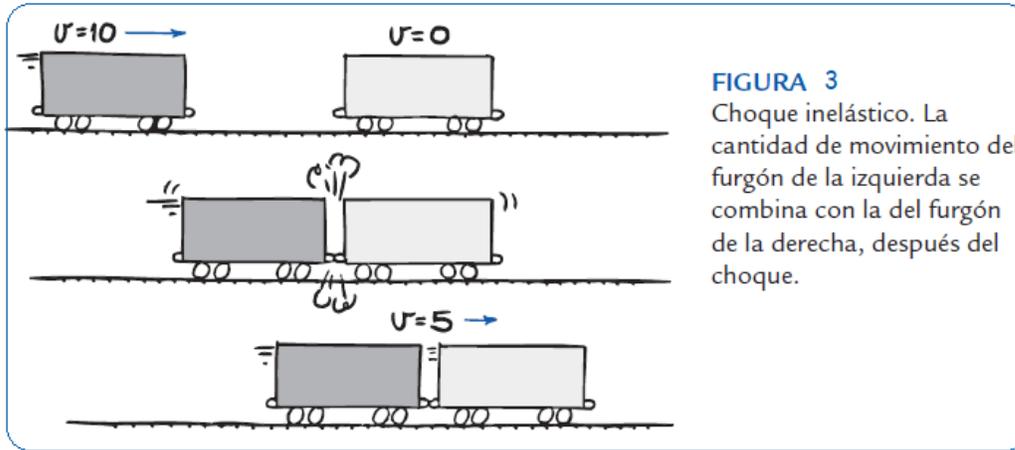


FIGURA 3
 Choque inelástico. La cantidad de movimiento del furgón de la izquierda se combina con la del furgón de la derecha, después del choque.

Supongamos que el primer furgón se mueve a 10 metros por segundo, y que la masa de cada furgón es m . Entonces, de acuerdo con la conservación de la cantidad de movimiento,

$$(mv \text{ neto})_{\text{antes}} = (mv \text{ neto})_{\text{después}}$$

$$(m \cdot 10)_{\text{antes}} = (2m \cdot V)_{\text{después}}$$

Con operaciones algebraicas sencillas, $v = 5 \text{ m/s}$. Esto tiene sentido, porque después del choque se mueve el doble de masa, y la velocidad debe ser la mitad de la que había antes de la colisión. En consecuencia, ambos lados de la ecuación son iguales.

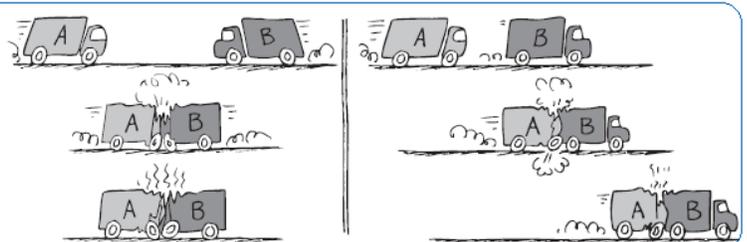
Observa la importancia de la dirección en estos casos. Como en el caso de cualquier par de vectores, las cantidades de movimiento en la misma dirección tan sólo se suman. Si dos objetos se están acercando, se considera que una de las cantidades de movimiento es negativa y las dos se combinan por sustracción o resta. Observa las colisiones inelásticas de la figura 4. Si A y B se mueven con cantidades de movimiento iguales, pero en direcciones opuestas (A y B chocan de frente), entonces se considera que una de ellas es negativa, y las dos se suman algebraicamente y su resultado es cero. Después del choque, la chatarra unida queda en el punto del impacto y su cantidad de movimiento es cero.

Si, por otro lado, A y B se mueven en la misma dirección (A alcanza a B), la cantidad de movimiento neta no es

más que la suma de las cantidades de movimiento individuales.

Sin embargo, si A se mueve hacia el este con, digamos, 10 unidades más de cantidad de movimiento que B, que se mueve hacia el oeste (no aparece en la figura), después del choque la chatarra enredada se mueve hacia el este con 10 unidades de cantidad de movimiento. El montón llega finalmente al reposo, en forma natural, por la fuerza externa de fricción sobre el piso. No obstante, el tiempo del impacto es corto, y la

FIGURA 4
 Choques inelásticos. La cantidad de movimiento neta de los camiones antes y después del choque es la misma.





San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfermandocollege.cl

fuerza del impacto del choque es mucho mayor que la fuerza externa de fricción, por lo que la cantidad de movimiento inmediatamente antes y después del choque, para fines prácticos, se conserva. La cantidad de movimiento neta justo antes de que choquen los camiones (10 unidades) es igual a la cantidad de movimiento combinada de la chatarra de camiones inmediatamente después del impacto (10 unidades). Se aplica el mismo principio a las naves espaciales que se acoplan suavemente, donde la fricción está ausente por completo. Su cantidad de movimiento justo antes del acoplamiento se conserva como cantidad de movimiento justo después del acoplamiento.

Examínate 1

1. Sí, porque el hecho de que no haya aceleración significa que no ocurre ningún cambio en la velocidad o en la cantidad de movimiento (masa \cdot velocidad). Otra vertiente de razonamiento concluye simplemente que el hecho de que no haya fuerza neta significa que no hay impulso neto ni, por lo tanto, cambio en la cantidad de movimiento.
2. Sí, porque la interacción entre ambos ocurre durante el mismo intervalo de *tiempo*. Puesto que el tiempo es el mismo y las fuerzas son iguales y opuestas, los impulsos ($F \cdot t$) también son iguales y opuestos. El impulso es una cantidad vectorial y puede anularse.