

Materiales que nos cuidan

¿Conviene prolongar el tiempo que dura un choque automovilístico?

Uno de los elementos de seguridad en los automóviles es la carrocería. Su diseño y materiales de construcción se han modificado en gran medida a lo largo de la historia del automóvil. Durante años se consideró que las carrocerías rígidas eran seguras, sin embargo con estudios sobre colisiones ha quedado claro que esta idea no es totalmente cierta. Ahora se sabe que cuando un vehículo choca, gran parte de la fuerza del impacto puede ser absorbida por elementos de la carrocería evitando que sus ocupantes la reciban.

Los vehículos actuales tienen carrocerías de deformación programada que transforman la energía cinética o de movimiento que se produce en un accidente a energía elástica o de deformación. Las partes de la carrocería cuya deformación sucede durante un choque logran aumentar el tiempo en que la velocidad del vehículo y de sus ocupantes se reduce. Con esto disminuye la desaceleración de las personas durante un choque y consecuentemente la fuerza que reciben. Es importante señalar que una de las mayores causas de muerte en los accidentes de tránsito es justamente la gran desaceleración que reciben los pasajeros.

Durante un choque no toda la carrocería se deforma, las partes que sí lo hacen se ubican en la parte delantera y trasera del vehículo (figura 1). Las que no lo hacen son partes rígidas que protegen la zona donde se ubican los pasajeros, conformando la llamada jaula o celda de seguridad.



Figura 1. Partes que se deforman durante un choque.

Las partes rígidas de las carrocerías se construyen con materiales metálicos, principalmente aceros de alta resistencia; mientras que en las partes elásticas y deformables se emplean materiales plásticos. A éstos se pueden incorporar aditivos diversos para modificar sus características mecánicas y mejorar sus propiedades de deformación. También es posible moldearlos de diferentes maneras para optimizar sus funciones de seguridad conservando al mismo tiempo las líneas estéticas de los vehículos. Así, los metales y plásticos empleados en la construcción de carrocerías cuya deformación se programa, son materiales que nos cuidan.

Pero, ¿cómo se relaciona la desaceleración de una persona durante una colisión con la fuerza que recibe?, ¿conviene prolongar el tiempo que dura un choque automovilístico como se considera en las carrocerías de deformación programada?

La relación entre la desaceleración de una persona con la fuerza que recibe durante un choque se explica mediante la **segunda ley de Newton**. Al igual que la primera ley, su redacción puede tener algunos cambios, pero en resumen establece que **la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que recibe e inversamente proporcional a su masa**.

Matemáticamente esta relación se expresa $a \propto \frac{F}{m}$.

Con algunas consideraciones, la expresión anterior se transforma al modelo matemático con que se trabaja generalmente:

$$F = ma$$

Y si se enfatiza el carácter vectorial de la fuerza y de la aceleración, se puede encontrar con el formato

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Lo anterior quiere decir que si un objeto que no cambia su masa duplica o triplica su aceleración¹, es porque su fuerza neta también se duplica o triplica. De igual manera, si se reduce su aceleración a la mitad o tercera parte, la fuerza que sobre él actúa se reduce en la misma proporción.

Esta es la idea a partir de la cual se programa la deformación en las carrocerías de los automóviles. Si es posible reducir la desaceleración de auto y de las

¹ No pierdas de vista que la aceleración es negativa cuando la velocidad disminuye y entonces se le llama desaceleración. En este caso la fuerza que se aplica al objeto también es negativa, lo que quiere decir que su efecto es frenar. Por esto, como en un choque la velocidad del vehículo y de las personas se reduce, se habla de desaceleración.

personas en su interior durante un choque, por ejemplo a la mitad, la fuerza que reciben también se reduce a la mitad... ¿y cómo se logra esta reducción?

Durante un choque, la deformación de las partes elásticas de la carrocería, hace que el impacto se prolongue. Recuerda el modelo matemático para calcular la aceleración: $a = \frac{v-v_0}{t}$. Observa que al aumentar el tiempo, el resultado de la división se reduce, es decir que la aceleración disminuye.

Entonces, al aumentar el tiempo que dura un choque, se reduce la desaceleración del vehículo y de las personas en su interior. Consecuentemente la fuerza que actúa sobre ellas también se reduce, disminuyendo así riesgos de salud. Por ello, es mejor que una colisión se prolongue.

Por ejemplo en el choque de un automóvil que circula a 50 km/h la duración del impacto puede ser de 100 milisegundos. En estas condiciones la desaceleración tiene una magnitud de -138 m/s^2 o sea $-14g$ aproximadamente². Aunque la tolerancia humana depende de la dirección de la fuerza aplicada, de su duración y del lugar aplicado, hay estudios que demuestran que las personas pueden soportar $17g$ hacia adelante y $12g$ hacia atrás sin perder el conocimiento o terminar con daños aparentes. Así, con las condiciones descritas al inicio (que describen a un choque típico), la desaceleración que reciben las personas podría ser soportada en un movimiento hacia adelante, pero no hacia atrás.

Al aumentar al doble el tiempo que dura el impacto, de 100 milisegundos a 200 milisegundos, la aceleración se reduce a $-7g$ aproximadamente disminuyendo notablemente el riesgo para las personas que pudieran sufrir este impacto.

La segunda ley de Newton permite explicar y cuantificar muchas situaciones de nuestro entorno y no solo aspectos relacionados con los choques vehiculares. Aunque generalmente se le redacta de manera breve, hay muchas ideas que complementan su comprensión:

- La segunda ley, al igual que la primera, se refiere a la fuerza neta, fuerza total, suma de fuerzas o fuerza resultante. No se emplea para las diversas fuerzas aplicadas a un cuerpo.
- La segunda ley aplica cuando la fuerza neta o resultante es diferente de cero. Cuando es igual a cero, entonces aplica la primera ley.
- La segunda ley se refiere a fuerzas netas constantes.
- Una fuerza neta constante no conlleva una velocidad constante. La velocidad constante se presenta cuando la fuerza neta es cero, de acuerdo con la primera ley.

² Con frecuencia se usa g (9.81 m/s^2) para expresar la magnitud de una aceleración. Esto permite tener una idea intuitiva de la aceleración a que se ve sometido un objeto porque en nuestro entorno g corresponde a la aceleración que produce la atracción gravitacional de la Tierra a cual todos nos vemos sometidos.

- Una fuerza neta constante implica que la velocidad cambie, es decir que se origine aceleración.
- La aceleración puede ser positiva (aumento de velocidad) o negativa (reducción de velocidad). En el primer caso, la fuerza también es positiva y se entiende como una acción que favorece el movimiento. En el segundo es negativa y se le concibe como una acción que inhibe el movimiento, que lo frena.
- La fuerza neta y la aceleración son magnitudes vectoriales. De acuerdo con la segunda ley, ambas tienen la misma dirección y sentido.

Actividades de comprensión

1. Realiza de manera individual las estrategias para antes, durante y después de la lectura que te indique tu profesor.
2. Forma equipo con 3 o 4 compañeros. Intercambia ideas y puntos de vista para registrar en el esquema las partes que conforman la explicación que proporciona la segunda ley de Newton. Considera también a las ideas que la complementan. Observa que ya se han colocado algunas partes. Incluye las que consideres faltantes.

Masa

Proporción directa

Actividades de integración

Forma equipos de 2 o 3 personas, discutan las posibles respuestas y registra de manera individual tu respuesta.

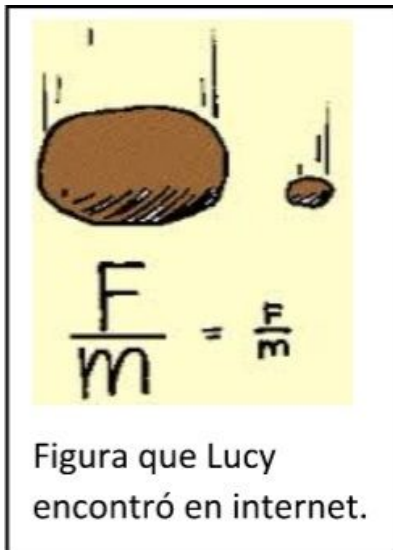
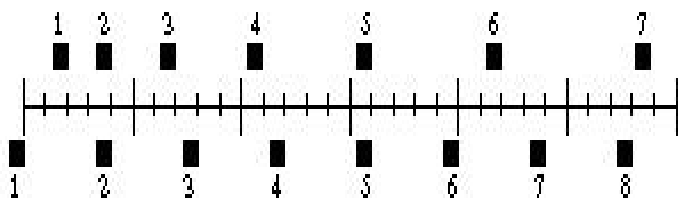


Figura que encontró Lucy.

1. Cuando Lucy buscaba en internet ideas para su trabajo de segunda ley encontró la siguiente figura, ¿cómo se explica en ella a esta ley?
2. Si sobre una caja se aplica una fuerza neta cuya magnitud es constante, entonces cuál de las siguientes predicciones describe el estado de movimiento de la caja:
 - a) está en reposo
 - b) tiene movimiento rectilíneo uniforme
 - c) presenta un cambio de velocidad
 - d) se mueve con velocidad constante
 - e) recorre distancias iguales en tiempos iguales
3. Analiza el siguiente esquema. Representa la posición de dos bloques A y B que se mueven de izquierda a derecha. Entre los pequeños cuadros que representan la posición, se ubica una escala para estimar la distancia que recorren. Las posiciones se muestran a intervalos iguales de tiempo.



Escribe una V si consideras la frase verdadera o una F si la consideras falsa.

- a. () el bloque A recorre distancias iguales en tiempos iguales
- b. () el bloque B tiene movimiento rectilíneo uniforme
- c. () el bloque A presenta un cambio de velocidad
- d. () el bloque B tiene velocidad constante
- e. () la fuerza neta sobre el bloque A es nula
- f. () la fuerza neta sobre el bloque B es constante

4. Acude al sitio:

<http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?TemaClave=1182&est=2>

- a. Ajusta la fuerza diferente para cada trineo. Da clic en *comenzar* y observa los tiempos para cada uno. Al comparar los tiempos, ¿cuál es menor? Explica por qué.
- b. Si este simulador permitiera controlar el tiempo, ¿qué sucedería con la fuerza al aumentar el tiempo? Explica.
- c. La segunda ley de Newton establece una relación directamente proporcional entre la fuerza y la aceleración de un objeto, si se mantiene constante su masa. Es decir que al duplicar la fuerza, se duplica la aceleración. Comprueba matemáticamente esta afirmación. Elige fuerzas para los trineos de tal forma que una sea el doble de la otra. Da clic en *comenzar* y registra los tiempos. Calcula la aceleración en cada caso. Nota que la velocidad inicial es cero para ambos y la distancia recorrida es la misma (10m). Compara los resultados obtenidos, ¿qué sucede con la aceleración al duplicar la fuerza?
Sugerencia: para calcular la aceleración utiliza el modelo $d = \frac{at^2}{2} + v_0t$. Recuerda que la velocidad inicial es cero y que debes despejar a la aceleración.

Actividades de ejecución

Resuelve las siguientes cuestiones de manera individual. Después intercambia respuestas con tus compañeros. Ajusta lo que consideres conveniente.

- 1. ¿Conviene prolongar el tiempo que dura un choque automovilístico? Explica.
- 2. Cuando Rosy visitó a un amigo que da clases de Física lo encontró concentrado en revisar sus notas. Al notar la presencia de Rosy, levantó sus ojos y le dijo: “cuando manejes y te des cuenta que vas a chocar, procura hacerlo de lado”, ¿cuál piensas que es la razón de este consejo?

3. Si el tiempo que dura un choque se aumenta al doble, ¿la fuerza sobre los pasajeros se reduce a la mitad? Explica.
4. Hay personas que consideran que las carrocerías rígidas son las más seguras, ¿es correcta esta consideración?, ¿qué ideas y conceptos de Física desconocen?
5. En la siguiente tabla se recuperan algunas de las tareas que realizaste en las actividades anteriores. Ordénalas del 1 al 7 según el grado de dificultad (1 para la más sencilla 7 para la más difícil). Reflexiona y describe las estrategias que empleaste para resolver cada tarea.

Tareas	Orden de acuerdo con el grado de dificultad	¿Qué estrategia empleaste para resolver esta tarea?
Explico con mis palabras a la segunda ley de Newton		
Desgloso las partes que conforman la segunda ley de Newton		
Predigo el estado de movimiento de un objeto con base en la magnitud de su fuerza neta.		
Compruebo matemáticamente la proporcionalidad directa entre fuerza y aceleración		
Describo por qué conviene prolongar el tiempo de un choque		
Aplico segunda ley a otros casos que sean choques de autos.		
Aprecio la importancia de la segunda ley de Newton para la seguridad vial.		

Fuentes de consulta:

Textos	Segarra, P. y Jiménez, E. (2012). <i>Física I</i> . Conect@ entornos. México: SM de Ediciones, S.A. de C.V.
Simulador	Segunda ley de Newton http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?TemaClave=1182&est=2

Sitios	<p>La segunda ley de Newton http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/pcn/antologia/cnant_2_05.html</p> <p>¿Qué es la estructura de deformación programada? http://www.circulaseguro.com/que-es-la-estructura-de-deformacion-programada/</p> <p>¿Es cierto el mito de que los coches “de antes” eran más seguros? http://www.xataka.com/automovil/es-cierto-el-mito-de-que-los-coches-de-antes-eran-mas-seguros</p> <p>¿Cuántas g soporta el cuerpo humano? http://notaculturaldeldia.blogspot.mx/2011/10/cuantas-fuerzas-g-soporta-el-cuerpo.html</p>
--------	--