

|         |  |        |  |        |  |
|---------|--|--------|--|--------|--|
| Nombre: |  | Fecha: |  | Curso: |  |
|---------|--|--------|--|--------|--|

## 1. INTRODUCCIÓN

Las fuerzas no pueden observarse a simple vista, pero sí podemos ver sus efectos. En ocasiones, la aplicación de las fuerzas suele producir diferentes tipos de movimiento, aunque también pueden producir deformaciones.

En física, con el objetivo de facilitarnos el trabajo y poder ver el efecto que tienen las fuerzas sobre los objetos, utilizamos los vectores. Estos vectores son ingenios matemáticos que están formados por tres conceptos diferentes y complementarios: la dirección, el sentido y el módulo (o intensidad). De esta forma, si colocamos un vector sobre un cuerpo en una posición determinada, nos permite ver “cuál” es el efecto que tiene la fuerza sobre el cuerpo. En caso de que actúen más de una fuerza al mismo tiempo sobre el mismo cuerpo, los vectores y sus características nos permitirán ver cuál es el efecto “global” de todas las fuerzas. Éstos son los llamados diagramas del cuerpo libre.

## 2. OBJETIVOS

En esta actividad utilizaremos los diagramas del cuerpo libre para ver el efecto de las fuerzas sobre los cuerpos y aprenderemos cómo calcular la fuerza “global” sobre un cuerpo sometido a fuerzas concurrentes.

## 3. MATERIALES

Para realizar las actividades utilizaremos el simulador de fuerzas que encontrareis en el siguiente [enlace](#). Para empezar, utilizaremos la primera opción del simulador: “Fuerza neta.”

## 4. ACTIVIDADES

**Actividad 1.** Para empezar, jugaremos un poco para habituarnos al uso del simulador. Arrastra figuras de personas azules o rojas hacia las posiciones de los nudos de la cuerda. Presiona el botón **Inicio** para ver qué pasa. Intenta entender, utilizando las flechas y valores que nos muestra el programa, cómo funciona. Por último, haz predicciones de qué pasaría si añadiéramos o elimináramos figuras a ambos lados.

Coloca tres figuras azules y cuatro figuras rojas a ambos lados de la carretilla. Marca las tres opciones **Suma de fuerzas**, **Valores** y **Rapidez**. Observa la imagen y haz una captura clicando en los tres puntos verticales que aparecen en la parte inferior derecha del simulador. Guarda la imagen en el escritorio de tu ordenador y haz las modificaciones que te indique el profesor. Inserta la imagen final en el siguiente recuadro:

Haz una hipótesis de lo que ocurrirá cuando pulse el botón de iniciar y anótala en el siguiente recuadro:

Ahora pulsa en el botón **Inicio** y para la simulación cuando la carretilla se haya desplazado un poco. Captura la pantalla, modifica la imagen e insértala como hemos hecho antes, pero con la nueva situación de la carretilla.



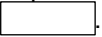
**Actividad 2.** En esta actividad escogeremos la opción de **Movimiento** del simulador. Como antes, juega un poco para habituarte al uso del simulador. Esta opción es algo más complejo. Si tienes problemas para detener el monopatín, haz clic en el botón de reinicio.

Ahora cambiamos la caja por la nevera. Marcaremos todas las opciones del recuadro verde de la parte superior derecha para que nos dé toda la información. Haz clic en el botón de **pause** para que puedas controlar perfectamente el momento en que se pone en funcionamiento la simulación. Modifica la fuerza aplicada hasta los 15 N (Newtons) y pulsa el botón de **play**. Fíjate en el velocímetro de la parte superior izquierda y para la animación cuando llegue a los 4 m/s. Ahora contesta la siguiente pregunta: ¿por qué la velocidad no deja de aumentar?

Reinicia la simulación y cambia el refrigerador por una de las cajas de 50 kg. Haz exactamente lo mismo que antes. Contesta la siguiente pregunta: ¿por qué ahora el monopatín tarda menos en llegar a los 4 m/s?

Reinicia la simulación y cambia la caja por el hombre, la niña y el cubo. Comprueba que siempre ocurre lo mismo. Ahora rellena la siguiente tabla con los datos que faltan, aplicando una fuerza de 20 N y midiendo el tiempo que le cuesta en cada caso llegar hasta los 8 m/s (utiliza el cronómetro del móvil):

|            |    |    |    |     |     |     |     |     |
|------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Masa (kg)  | 40 | 50 | 80 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 |
| Tiempo (s) |    |    |    |     |     |     |     |     |

Ahora utiliza la caja "sorpresa", con masa desconocida, y anota el tiempo que tarda en llegar a los 8 m/s en el siguiente recuadro . ¿Podrías determinar la masa aproximada de la caja sorpresa? Escribe tu razonamiento y los resultados de tu cálculo en el siguiente recuadro:

**Actividad 3.** En esta actividad escogeremos la opción de **Rozamiento** del simulador. Como antes, marcaremos todas las opciones del cuadro verde de la parte superior derecha para que nos dé toda la información, sin tocar el valor de la fricción. En este caso, empezaremos con la caja de 50 kg. Primero aplicaremos una fuerza de 50 N, después de 100 N, después iremos subiendo de 1 en 1 N hasta que la caja comience a mover. Capturamos la imagen por una fuerza de 125 N y de nuevo con el valor de fuerza que haga mover la caja (126 N). Insertamos las capturas modificadas en los siguientes recuadros:

Observa qué ha pasado justo en el valor de fuerza antes de que la caja se mueva y después de que la caja comience a moverse. ¿Cómo explicarías esta diferencia? Responde en el siguiente recuadro:

Ahora averigua qué fuerza debes aplicar para que se muevan cada uno de los objetos que tienes en el simulador y anótalo en la siguiente tabla. Fíjate qué ocurre con la fuerza de fricción antes de que comience a moverse el objeto y una vez comienza el movimiento. Anótalo en la tabla para poder dar una justificación de este fenómeno.

| Objeto                      | Niña | Hombre | Cubo | 1 caja | 2 cajas | Frigorífico | Sorpresa |
|-----------------------------|------|--------|------|--------|---------|-------------|----------|
| Masa (kg)                   | 40   | 80     | 100  | 50     | 100     | 200         | ?        |
| Fuerza (N)                  |      |        |      |        |         |             |          |
| F <sub>fricción</sub> (N) A |      |        |      |        |         |             |          |
| F <sub>fricción</sub> (N) D |      |        |      |        |         |             |          |

A continuación, escribe tus conclusiones en el recuadro:

**Actividad 4.** Como ya tenemos suficiente experiencia en la utilización del simulador pasaremos a demostrar la validez de la segunda Ley de Newton. Newton estableció tres leyes:

- **Primera ley o principio de inercia:** "Todo cuerpo libre, sobre el que no actúa ninguna fuerza, mantiene su estado de movimiento, sea en reposo, o sea en movimiento rectilíneo uniforme."
- **Segunda ley o principio fundamental de la dinámica:** "Todo cuerpo sobre el que actúa una fuerza se mueve de tal modo que la variación de su cantidad de movimiento ( $p = m \cdot v$ ) respecto al tiempo es igual a la fuerza que produce el movimiento."  $\rightarrow F = \frac{m \cdot v}{t} = m \cdot a$ .
- **Tercera ley o principio de acción-reacción:** "Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este segundo cuerpo ejerce una fuerza igual y de sentido contrario sobre el primero."

Consideraremos que la cantidad de movimiento ( $p = m \cdot v$ ) se calcula como el producto de la masa por la velocidad. Volvemos a la tabla de la actividad 2, donde hemos medido el tiempo que necesitaba cada masa para llegar a una velocidad de 8 m/s cuando le aplicábamos una fuerza de 20 N.

Podemos comprobar cómo al multiplicar la masa por 8 y dividirla por el tiempo que has anotado nos da aproximadamente 20. Haz los cálculos para comprobarlo:

|                           |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Masa (kg)                 | 40 | 50 | 80 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 |
| Tiempo (s)                |    |    |    |     |     |     |     |     |
| $F = \frac{m \cdot v}{t}$ |    |    |    |     |     |     |     |     |

Por otra parte, esta ley se puede comprobar gráficamente a partir de datos experimentales. Para ello, rellenaremos con valores correctos, tomados del simulador, las siguientes tablas, considerando las siguientes condiciones iniciales: fricción nula, marcamos todos los valores del cuadro verde y siempre iniciamos con la pausa.

Tabla 1. Objeto: niña (masa 40 kg).

|                 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F$ (N)         | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a$ ( $m/s^2$ ) |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabla 2. Objeto: caja (masa 50 kg).

|                 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F$ (N)         | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a$ ( $m/s^2$ ) |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabla 3. Objeto: hombre (masa 80 kg).

|                 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F$ (N)         | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a$ ( $m/s^2$ ) |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabla 4. Objetos: cubo + 1 caja (masa 150 kg).

|             |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F (N)$     | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a (m/s^2)$ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabla 5. Objetos: cubo + hombre (masa 180 kg).

|             |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F (N)$     | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a (m/s^2)$ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

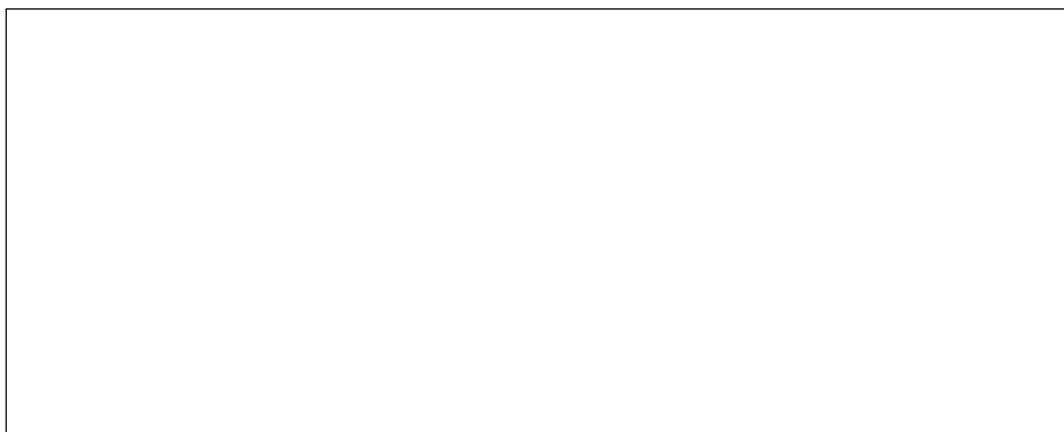
Tabla 6. Objeto: frigorífico (masa 200 kg).

|             |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F (N)$     | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a (m/s^2)$ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabla 7. Objetos: cubo + hombre + niña (masa 220 kg).

|             |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F (N)$     | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| $a (m/s^2)$ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Sigue las instrucciones de tu profesor o profesora para representar “todos” los resultados obtenidos en las tablas anteriores en un solo gráfico. Puedes utilizar una aplicación de hoja de cálculo para hacerlo. Inserta el gráfico obtenido en el siguiente recuadro:



A continuación, escribe tus conclusiones en el recuadro:

