

UNIDAD 1

Las fuerzas y sus efectos: Leyes de Newton

Cuando pateás una pelota de fútbol, se mueve. Su trayectoria en el aire no es una línea recta, sino que se va curvando hacia abajo a causa de la gravedad y cuando la atajás, se detiene.

Como ya estudiaste en la unidad 16 del CUADERNO DE ESTUDIO 2, la mayoría de los movimientos que observamos experimentan cambios: por ejemplo, adquieren velocidad, la pierden o describen curvas; es decir, tienen aceleraciones que se relacionan con fuerzas. Las fuerzas a su vez, son las causantes de que una pared te sostenga cuando te apoyás en ella o de que la Tierra atraiga a la Luna, y la haga describir una órbita a su alrededor. Cuando estudiaste cuáles son las causas del movimiento de los cuerpos, analizaste en particular su caída.

A lo largo de esta unidad, vas a analizar estas cuestiones que durante siglos preocuparon a la humanidad y que permiten entender desde el simple movimiento de una bicicleta o el movimiento de las naves enviadas al espacio hasta por qué la fuerza del motor de un auto hace que las ruedas giren y el auto acelere.

Para continuar con los temas que estudiaste en la última unidad de CUADERNO DE ESTUDIO 2, vas a profundizar el estudio de las causas del movimiento, la relación de las fuerzas con la aceleración y vas a analizar las fuerzas que existen entre dos cuerpos que actúan entre sí, como el caso de la Luna y la Tierra.

Tal vez recuerdes que todas estas cuestiones fueron estudiadas por Newton, quien propuso tres leyes o principios fundamentales conocidas como las *leyes de la dinámica*. Ellas son: *el Principio de inercia (o primera ley)*, *el Principio de masa (o segunda ley)* y *el Principio de acción y reacción (o tercera ley)*. El número que identifica cada ley corresponde al orden en que Newton las enunció. Los libros de texto o de Física suelen mantener ese orden cuando las presentan, tal como observarás cuando los consultes para buscar información. En este CUADERNO DE ESTUDIO, en cambio, están presentadas en un orden diferente.

Para la formulación de leyes físicas, es necesario el uso de un lenguaje preciso y objetivo como el de la Matemática. El físico representa los conceptos mediante símbolos y las relaciones mediante operaciones matemáticas. Así, las leyes o principios físicos quedan expresados mediante fórmulas que son verificadas experimentalmente.



Antes de empezar con esta unidad te será útil buscar en la biblioteca todos los libros en los que encuentres las leyes de Newton; marcá las páginas en las que se explica el tema y tené disponibles los libros para el momento en el que realizarás la tarea. Por otra parte, es importante que revises las actividades con el fin de anticipar todos los materiales que vas a necesitar para realizar los experimentos, buscalos antes de comenzar y reservalos en un lugar del aula, de este modo tu trabajo resultará más ágil y no tendrás que interrumpirlo. Cuando hagas experimentos, fijate qué espacio necesitás, dónde te conviene hacerlos y cuáles serían las condiciones para que no resulten peligrosos ni para vos ni para tus compañeros; por ejemplo, cuando trabajás con fuego o un mechero encendido, con agua caliente o con instrumental filoso.

TEMA 1: LAS INTERACCIONES Y LAS FUERZAS (TERCERA LEY)

Pensá en situaciones tales como la atracción o repulsión entre dos imanes enfrentados o la atracción de papelitos livianos mediante una regla que ha sido frotada con un paño. En cada una de ellas, se puede reconocer la acción de fuerzas de atracción o repulsión que aparecen como consecuencia de interacciones magnéticas o eléctricas. Para comprender mejor qué son las interacciones y la relación con las fuerzas, respondé a las consignas propuestas en las actividades que siguen.



1. Descubrimiento de interacciones entre cuerpos

En esta actividad encontrarás distintos ejemplos de situaciones cotidianas que te permitirán volver a pensar sobre interacciones entre los cuerpos y comenzar a profundizar cómo se producen y qué tienen en común todas ellas.

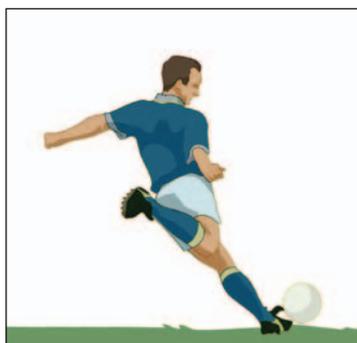


a) Reunite con un compañero y juntos observen las imágenes y analicen las situaciones planteadas en las siguientes consignas. Escriban las conclusiones a las que llegaron.

Situación 1



Situación 2



Situación 3



- Tomando como ejemplo el caso de la situación 1, ¿qué le sucede al chico luego de empujar la pared? ¿Por qué creen que ocurrió esto? ¿Y si el chico empujara la pared con más intensidad, qué le sucedería? ¿Qué pasaría con la pared? ¿Se ejercen fuerzas? ¿Cuáles?
- Teniendo en cuenta las respuestas del caso anterior, analicen las situaciones 2 y 3 planteadas en **a**. ¿Se ejercen fuerzas en estos casos? ¿Cuáles? ¿Por qué?
- Mencionen otras interacciones que conozcan. Indiquen si actúan fuerzas y en caso afirmativo digan cuáles son.

Para realizar la actividad 2, buscá dos dinamómetros como los que se sugiere construir en la unidad 16 del CUADERNO DE ESTUDIO 2. Puede ser que en el rincón de Ciencias Naturales del aula ya haya algunos guardados. Si no es así, consultá con tu docente acerca de cómo organizarte para construirlos.

Además, en esta experiencia vas a necesitar otras dos personas para trabajar, porque es necesario compartir y distribuir el trabajo y realizar la misma tarea en forma simultánea. Entonces, una actuará como auxiliar y la otra como observador.





Si no tenés compañeros de este año, consultá con tu docente cómo podés organizar el trabajo. Por último, si no realizaste la unidad 16 del CUADERNO DE ESTUDIO 2, acordá con tu docente qué actividades necesitarías revisar.



2. Medición de interacciones

A medida que resuelvas las siguientes consignas, podrás ver las características de la interacción entre un par de fuerzas denominadas *acción y reacción*.



a) Para experimentar con dos dinamómetros, reunite con las dos personas que te ayudarán a realizar la experiencia.



Paso 1. Enganchá los dos dinamómetros por sus extremos como muestra el esquema. Tomá uno de los dinamómetros por un extremo y luego pedile a tu compañero auxiliar que haga lo mismo con el extremo opuesto del segundo dinamómetro.

Paso 2. Tirá suavemente del extremo de tu dinamómetro hasta que en la escala del dinamómetro se lean 5 unidades de estiramiento, mientras tu compañero auxiliar simplemente sostiene el suyo. Pedí a tu compañero observador que lea lo que indica el segundo dinamómetro y que anote ese dato.

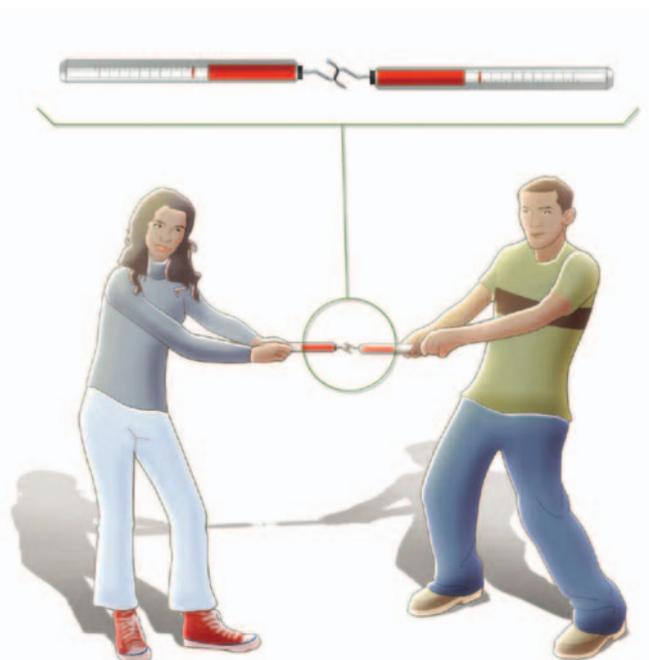
Paso 3. Ahora, solamente sostené tu dinamómetro y que sea tu compañero auxiliar el que tira suavemente hasta que su dinamómetro marque 5 unidades de estiramiento sobre la escala. El compañero que observa deberá leer lo que indica tu dinamómetro y anotar ese dato.

Paso 4. Vuelvan a la situación inicial, sin estiramiento. Tiren ambos suavemente en sentidos contrarios hasta que los dos dinamómetros marquen 5 unidades. ¿Observan algún cambio respecto de las observaciones hechas en los pasos 2 y 3? Registren lo que observan.

Paso 5. Repitan los pasos anteriores para otras marcas del dinamómetro, como por ejemplo 3 y 4 unidades de estiramiento ¿Qué valores obtuvo cada uno mientras el otro tiraba? ¿Y mientras tiraban ambos? Anoten los datos.

b) Reuní los resultados de las experiencias realizadas y contestá a las siguientes consignas.

1. ¿Cómo son los valores de las intensidades de las fuerzas que realizaron vos y tu compañero auxiliar, en todos los casos?
2. Sobre la base de los datos observados en el experimento, redactá un párrafo breve que sea la conclusión de la experiencia.



3. Leé la afirmación siguiente. Fijate si las ideas que anotaste en tu conclusión, en el punto 2, son similares.

Quando dos cuerpos interactúan, lo hacen con fuerzas de igual intensidad. Es decir, cuando un cuerpo realiza una fuerza sobre otro, comúnmente llamada acción, el segundo hace una fuerza sobre el primero llamada *reacción* que es de igual *intensidad* que la primera.

4. Si encontrás diferencias con las conclusiones que escribiste, volvé a pensar en la experiencia y corregí tus anotaciones.



3. Representación de interacciones de las fuerzas

a) Sobre la base de lo que aprendiste en la unidad 16 del CUADERNO DE ESTUDIO 2, acerca de las fuerzas como magnitudes vectoriales, representá en tu carpeta, en forma gráfica, las fuerzas que interactúan en cada uno de los cuerpos de las situaciones planteadas en la consigna **a** de la actividad 1.

b) Buscá dos ejemplos de la vida cotidiana en los cuales puedas reconocer las interacciones entre fuerzas y realizá, en tu carpeta, la representación gráfica de las fuerzas que allí aparecen, dibujando también los cuerpos involucrados.

c) Buscá en un libro de Ciencias Naturales el enunciado de la tercera ley de Newton o Principio de acción y reacción y luego respondé por escrito:

- ¿Además de tener igual intensidad, qué otras características presentan las fuerzas de acción y reacción?

d) Volvé a analizar las situaciones de la consigna **a** de la actividad 1 y respondé en tu carpeta:

- ¿Es necesario que los cuerpos se toquen para que existan *fuerzas* de acción y reacción? ¿Por qué?

TEMA 2: LA MASA (SEGUNDA LEY)

En los Cuadernos anteriores estudiaste que la masa es la cantidad de materia que compone un cuerpo. Ahora vas a seguir trabajando el concepto de masa desde el punto de vista del movimiento. Para ello, realizarás experimentos sencillos y vas a anotar las conclusiones en tu carpeta.

Para realizar la siguiente actividad vas a necesitar:

- Un broche para colgar ropa.
- Dos lápices largos, que sean de igual masa entre sí.
- Dos lápices cortos, que sean de igual masa entre sí.
- Un trozo de hilo de coser.
- Una cajita de fósforos.
- Una fuente de metal grande y no muy profunda, como una pizzera.



En esta actividad trabajarás solo; aunque si querés, podés hacerlo con algún compañero, porque será una nueva oportunidad de intercambiar ideas y puntos de vista. Como en todas las ocasiones en que necesites observar situaciones o realizar experimentos, es importante que realices un registro escrito de las conclusiones y conserves las respuestas a las preguntas que se te formulan. Todas las anotaciones te serán útiles cuando necesites estudiar el tema.

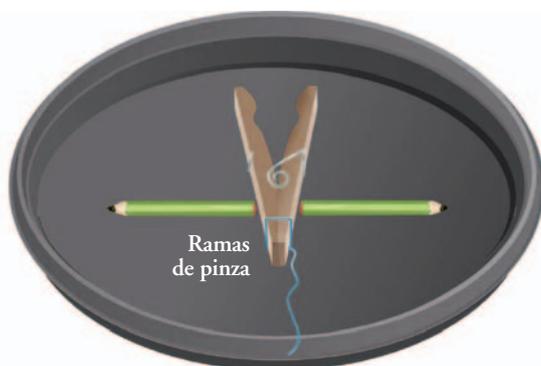
A

4. Comparación de aceleraciones

a) A continuación, vas a realizar un experimento que te permitirá conocer la relación entre fuerza y aceleración. Para ello, realizá los siguientes pasos:



1. Armá un dispositivo como el que muestra la figura:



Paso 1. Atá con un hilo de coser las ramas de pinza de un broche para colgar ropa (los dos extremos aplanados) de modo que se mantenga abierto en la parte posterior.

Paso 2. Colocalo dentro de la fuente de metal y apoyá los dos lápices cortos a cada lado, en contacto con las ramas.

Paso 3. Prendé un fósforo y quemá con cuidado la ligadura que une los extremos del broche.

2. Observá la situación y respondé en la carpeta ¿Qué sucedió con los lápices? ¿Qué fue lo que produjo ese resultado? Compará la posición de cada uno de los lápices. Explicá si hubo movimientos y cómo fueron los desplazamientos.

3. Repetí el experimento con los dos lápices más largos ¿Qué observás respecto de la posición de cada uno de los lápices? Compará con los resultados obtenidos anteriormente. No olvidés registrar tus observaciones en la carpeta.

4. Repetí el experimento colocando, esta vez, de un lado un lápiz largo y del otro un lápiz más corto ¿Qué observás respecto de los dos lápices en este caso?

5. Según observaste, habiendo partido del reposo, el lápiz que cambia más su velocidad tiene mayor aceleración y llega más lejos. Entonces, teniendo en cuenta que los desplazamientos realizados por los lápices tienen que ver con las aceleraciones adquiridas, ¿cómo son las aceleraciones que afectan a cada uno de los lápices?

6. Copiá y completá la siguiente afirmación:

Cuanto es la masa del lápiz, la aceleración adquirida es

b) Como conclusión de lo observado en los experimentos, leé la siguiente afirmación.

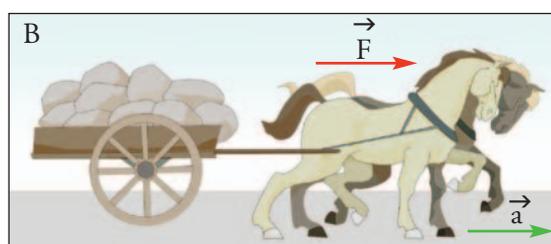
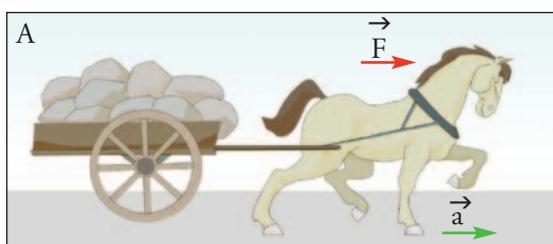
La *masa* es la medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo. Si la fuerza que se aplica a distintos cuerpos es la misma, el cuerpo de mayor masa experimentará menor aceleración.

Esta relación entre la masa y la aceleración es una relación inversamente proporcional.

c) Como ya sabés, al igual que la fuerza, la aceleración es una magnitud vectorial. A partir de este conocimiento, pensá la respuesta a las siguientes preguntas y anotalas en tu carpeta.

- Si la masa mide la cantidad de materia que un cuerpo posee, ¿se la debe representar con un vector? ¿Por qué?

d) Observá las siguientes figuras para analizar cómo será la aceleración de un móvil, por ejemplo de un carro, respecto del otro. Luego respondé las preguntas que aparecen a continuación.



1. ¿Cómo fueron las fuerzas aplicadas en cada caso?
2. ¿Encontrás alguna relación entre la fuerza aplicada a un cuerpo y la aceleración que adquiere?



Si es posible, compartí con algún compañero el próximo ejercicio. Ambos podrán fundamentar en forma oral, discutiendo entre ustedes y también con el docente, cuáles son las razones que les permitieron decidir por la opción correcta y descartar las otras dos.

e) Fue Newton quien comprendió, hacia fines del siglo XVII y principios del XVIII, las relaciones que estuviste analizando en esta actividad. Como resultado enunció la segunda ley, también conocida como Principio de masa. ¿Podés decir cuál de los siguientes enunciados corresponde a dicha ley? Respondé en tu carpeta, justificando tu respuesta.

1. Un cuerpo libre de fuerzas no cambia su estado de reposo o de movimiento en línea recta con velocidad constante.
2. Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro cuerpo, el segundo cuerpo ejerce una fuerza sobre el primero que es igual a la anterior en intensidad y en dirección, pero en sentido contrario.
3. La fuerza aplicada sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que este adquiere y de igual dirección y sentido. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

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



f) Para saber si respondiste correctamente a la consigna anterior, consultá un libro de Ciencias Naturales. Si es necesario, revisá los resultados de las experiencias anteriores que registraste en tu carpeta y fijate cómo corregirlos y, en tal caso, por qué se produjo el error.

g) El siguiente texto te dará información para continuar trabajando con las fuerzas.

• • • Algo más sobre la fuerza

¿En qué se mide?

Si trabajamos con el SIMELA (Sistema Métrico Legal Argentino), podemos deducir la unidad de fuerza utilizando la segunda ley de Newton, es decir:

$$[\text{unidad de fuerza}] = [\text{unidad de masa}] \cdot [\text{unidad de aceleración}]$$

Y como la unidad de masa es el kilogramo (kg) y la unidad de aceleración es m/s^2 , resulta que la unidad de fuerza será $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$, que recibe el nombre de Newton (N) y se expresa así:

$$\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

En ciertas oportunidades es útil trabajar con gramos (g), teniendo presente que:

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

¿Qué pasa si en lugar de actuar una sola fuerza actúan varias?

Como aparece en la unidad 16 del CUADERNO DE ESTUDIO 2, es posible reemplazar el efecto de varias fuerzas que actúan sobre un cuerpo por el de una única fuerza llamada *resultante*.

Pensemos qué sucedería con una caja que es empujada por varios chicos al mismo tiempo, ¿existe una única fuerza causante de la aceleración de la caja o todas contribuyen? ¿Cómo podríamos relacionar las fuerzas que actúan sobre la caja con la aceleración de esta?

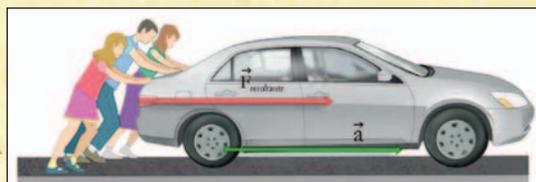
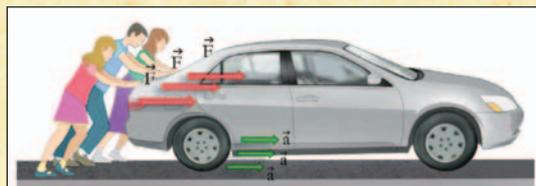
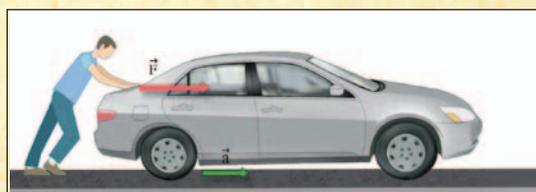
En este caso, la segunda ley, queda expresada de la siguiente manera:

$$\vec{F}_{\text{resultante}} = m \cdot \vec{a}$$

Es decir,

La fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración que este adquiere, siendo la fuerza y la aceleración dos magnitudes vectoriales que tienen la misma dirección y sentido.

A través de experimentos, Newton llegó a la conclusión que si la fuerza que se le aplica a un cuerpo determinado, por ejemplo un automóvil, aumenta el doble, entonces la aceleración también aumenta el doble; y si la fuerza aumenta el triple, la aceleración también aumenta el triple y así sucesivamente. En este caso, se dice que la fuerza y la aceleración son magnitudes directamente proporcionales.



¿Qué pasa si, en lugar de actuar una sola fuerza, actúan varias?

$$\frac{\vec{F}}{\vec{a}} ; \frac{2\vec{F}}{2\vec{a}} ; \frac{3\vec{F}}{3\vec{a}} ; \text{etcétera.}$$

En todos los casos, el resultado es el mismo, en consecuencia, se dice que hallamos una constante de **proporcionalidad**. En el cociente entre la fuerza y la aceleración, la constante de proporcionalidad recibe el nombre de *masa* (m).

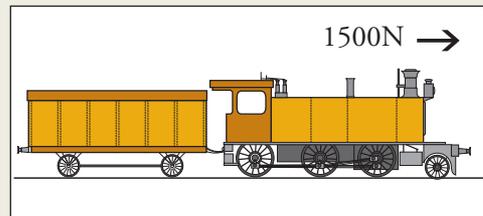
Es decir,

$$\frac{\vec{F}_{\text{resultante}}}{\vec{a}} = m$$

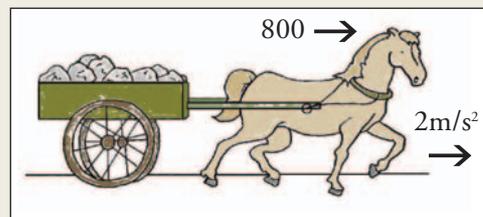
Constante de proporcionalidad

h) Ahora resolvé las situaciones problemáticas que se presentan a continuación. De este modo, podrás comprender mejor la relación entre la fuerza, la masa y la aceleración.

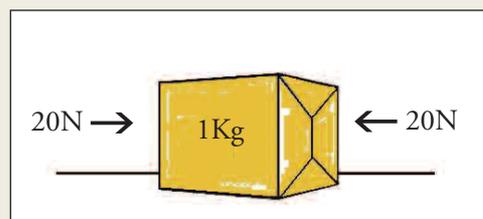
1. Un vagón de 150 kg de masa es arrastrado por una fuerza horizontal de 1500 N, producida por una locomotora. ¿Qué aceleración experimentará dicho vagón? ¿Podés responder, sin hacer cálculos, qué sucederá con la aceleración del vagón si la fuerza que lo arrastra aumenta al doble?



2. Un carro cargado con cascotes es empujado con una fuerza horizontal de 800 N y en consecuencia adquiere una aceleración de 2 m/s^2 . ¿Qué masa tiene el carro? ¿Cuál debería ser la masa del carro para que con la misma fuerza la aceleración fuera de 6 m/s^2 ?



3. Una caja de 1 kg de masa, que está posada sobre el piso, es empujada hacia la derecha con una fuerza de 20 N; pero el rozamiento que existe entre las superficies hace que, sobre la caja, actúe una fuerza de 20 N en sentido contrario. ¿Se moverá la caja? ¿Cuál será el valor de su aceleración? ¿Se cumple el Principio de masa que quedó enunciado en el punto g de esta actividad?



i) Recordá que el peso de un cuerpo representa la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre los objetos.

P, peso del cuerpo **m**, masa del cuerpo **g**, aceleración de la gravedad

Si el peso de un cuerpo es una fuerza, tomando como referencia la segunda ley de Newton, se puede entonces encontrar una relación entre él y su masa.

1. Identificá cuál de las siguientes expresiones relaciona correctamente las dos variables: el peso y la masa.

$$P = m \cdot g$$

$$m = P \cdot g$$

$$g = m \cdot P$$

La relación entre el peso y la masa es muy útil porque permite calcular el peso de un cuerpo a partir de su masa, mostrando claramente que peso y masa no son magnitudes iguales. Puede ocurrir que muy lejos de la influencia de un planeta, la gravedad valga 0, por lo que el peso también valdrá 0. Pero la masa del cuerpo seguirá siendo siempre la misma.

En la actividad siguiente, vas a poder estudiar cómo la segunda ley de Newton sirve para obtener el valor de la masa de un cuerpo.



5. Cálculo de la masa

¿Se podría calcular la masa de un cuerpo teniendo los valores de las fuerzas aplicadas sobre él y de las aceleraciones que adquiere? En efecto, se puede realizar ese cálculo.

Si la aceleración que adquiere un cuerpo debido a la fuerza que se aplica sobre este depende de su masa, la relación exacta entre esa fuerza, la masa del cuerpo y la aceleración adquirida queda establecida mediante la segunda ley de Newton:

$$\vec{F}_{\text{resultante}} = m \cdot \vec{a}$$

a) La información que aparece en el siguiente texto te permitirá comprender cómo se realiza el cálculo de la masa.

• • • El experimento de Newton para el cálculo experimental de la masa

Una de las formas para calcular la masa de un cuerpo, cuando se tienen los valores de la fuerza aplicada sobre él y la aceleración que adquiere, es reproduciendo el experimento que hizo Newton con un dispositivo similar al que presenta la imagen.



Departamento de Física del Inst. Sup. del Prof. Dr. Joaquín V. González

Este artefacto está compuesto por un riel horizontal por el que se desliza un carrito tirado por la fuerza (el peso) de un cuerpo colgante de masa conocida. A la pesa o cuerpo colgante se le puede agregar o quitar masa, de este modo se modifica el valor de la aceleración adquirida por el carrito.

El peso (P) de un cuerpo, está en relación con su masa (m), mediante la siguiente expresión:

$$P = m \cdot g \quad \text{siendo } g, \text{ en la superficie terrestre, } 9,8 \text{ m/s}^2.$$

El experimento con el dispositivo consiste en colgar distintas pesas que deslizan el bloque hasta el final de la regla con una aceleración constante, pero diferente en cada caso, según el valor de la pesa. Observando los pares de valores obtenidos de las fuerzas aplicadas (peso de las pesas) al carrito y las aceleraciones adquiridas por este, se puede analizar la relación entre ambas magnitudes. Según la segunda ley de Newton esta relación es de proporcionalidad directa, es decir:

$$\frac{\vec{F}}{\vec{a}} = M \quad \text{donde } M \text{ es la masa del cuerpo que es arrastrado por la fuerza.}$$

Para analizar esta relación de proporcionalidad directa, se realizan los cocientes entre cada fuerza aplicada y la aceleración correspondiente. Así, se verifica que el cociente da un valor constante que representa, según la segunda ley de Newton, la masa del carrito (M). Para mayor precisión, se puede calcular el valor promedio de los valores obtenidos.

¿Cómo se calcula la aceleración?

Para cada valor de la pesa, se toma el registro del tiempo (t) empleado por el bloque en desplazarse hasta el final de la regla horizontal. Teniendo (t) y el valor medido de esa distancia o desplazamiento (s) se puede calcular la aceleración del bloque por medio de una ecuación característica de los movimientos en línea recta con aceleración constante.

Esta ecuación significa que el valor de la distancia recorrida por el cuerpo en movimiento es igual a la mitad del producto de la aceleración por el tiempo al cuadrado.

Si bien parece compleja es importante aquí ya que de ella se puede despejar la aceleración como incógnita.

$$s = \frac{1}{2} \cdot \vec{a} t^2 \quad \text{desplazamiento o distancia} \quad \vec{a} = \text{aceleración} \quad t = \text{tiempo}$$

Para despejar \vec{a} de la expresión anterior, se multiplican primero ambos miembros por 2, entonces nos queda:

$$2s = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \vec{a} t^2, \text{ o lo que es lo mismo: } 2 \cdot s = \vec{a} \cdot t^2$$

Luego, se divide ambos miembros por t^2 , es decir:

$$2 \cdot \frac{s}{t^2} = \frac{\vec{a} t^2}{t^2}$$

Si, por último se simplifican los " t^2 ", se obtiene la expresión de la aceleración que estábamos buscando:

$$2 \cdot \frac{s}{t^2} = \vec{a} \text{ o lo que es lo mismo: } \vec{a} = 2 \cdot \frac{s}{t^2}$$

Los valores de s y t para calcular la aceleración (a) se obtienen mediante el dispositivo en el experimento.

Sin embargo, y aunque el dispositivo parece sencillo, frecuentemente, hay muchos factores que influyen en el deslizamiento del carro y que hacen difícil obtener con precisión los valores de (t).

Por ejemplo, el rozamiento contra el riel va frenando el carro y esto hace que no se cumpla la aceleración constante. Por este motivo, sería necesario contar con un colchón de aire que separe levemente el carro del riel, para que el experimento salga bien. Una forma de controlar estos inconvenientes prácticos en las condiciones experimentales, tanto en este caso como en otros muchos, es haciendo una simulación en una computadora, que permite reproducir la situación ideal en la cual la aceleración constante es posible.



b) Luego de esta lectura, respondé a las siguientes preguntas. Discutí las respuestas con tus compañeros.

1. ¿Cuál es la expresión que muestra la relación entre el peso de un cuerpo y su masa?
2. ¿Qué expresión relaciona la aceleración (\vec{a}) con el tiempo (t) que tarda el carro del experimento en llegar a la punta del riel?
3. Si se aplicaran las mismas fuerzas, es decir, se colgaran las mismas pesas que en el experimento detallado anteriormente, pero a un carrito de mayor masa ¿las aceleraciones serían las mismas que en el caso anterior? ¿Se podría calcular la masa del carrito en este caso? ¿Se obtendría el mismo resultado que en la experiencia anterior?
4. ¿Se podría verificar de alguna otra manera, por ejemplo utilizando una balanza, el valor de la masa obtenida a través de esta experiencia? ¿Cómo deben ser esos resultados? ¿Se trata de la misma masa?
5. ¿Por qué creés que es útil calcular un promedio de las masas calculadas? ¿pueden existir errores en la medición? ¿a qué factores se los atribuí?
6. Si representaras en un par de ejes cartesianos las fuerzas aplicadas en función de las aceleraciones adquiridas por el carrito, ¿qué forma creés que tendría la grafica? ¿Por qué?
7. Si los valores obtenidos en la experiencia son los que figuran en la siguiente tabla, calculá F/a para todos los casilleros de la última columna e indicá cuál es el valor de la masa del carrito.

F	a	F/a
N	m/s ²	N.s ² /m= kg
0,01	0,097	
0,02	0,192	
0,03	0,286	
0,04	0,377	

* **Nota:** en este caso, las magnitudes **F** y **a** no llevan la notación como vector porque durante el experimento sólo se calcula y se opera con sus módulos.

Hasta ahora, has estudiado cómo son las fuerzas entre dos cuerpos que interactúan entre sí (tercera ley) y cómo es la relación entre la fuerza aplicada a un cuerpo con la aceleración que este adquiere (segunda ley). Con el siguiente tema vas a estudiar una última ley de Newton (conocida como la primera ley) relacionada con lo que le sucede a los cuerpos cuando sobre ellos no actúan fuerzas.

TEMA 3: PRINCIPIO DE LA INERCIA (PRIMERA LEY)

La primera ley de Newton, que vas a estudiar, te servirá para comprender por qué un cuerpo está quieto o en movimiento.



6. ¿En reposo o en movimiento?

A continuación, te proponemos responder, en tu carpeta, a las siguientes cuestiones. Para enriquecer el trabajo discutí tus ideas con algún compañero.

a) Describí tres situaciones en las que algunos objetos que se encuentran quietos se ponen en movimiento ¿En qué dirección y sentido comenzaron a moverse? ¿Qué fuerzas causaron el movimiento?

b) Si llevaras una caja apoyada, por ejemplo, en el asiento de una camioneta en marcha y esta frenara de golpe, ¿hacia dónde se movería la caja? Y si la camioneta está detenida y arranca bruscamente, ¿qué le sucede a la caja? ¿Qué fuerzas actúan sobre la caja en cada caso?

c) Suponé que hacés rodar bolitas sobre una mesa cubierta con una tela áspera, por ejemplo una manta. ¿Se detendrán en algún momento?

1. Si tenés la posibilidad de cambiar la tela de la mesa por una más lisa y hacés rodar la bolita con el mismo empujón o empujón inicial ¿se detendrá antes o después que en el caso de la tela áspera? ¿La distancia recorrida por la bolita sobre la tela lisa será igual, mayor o menor que sobre la tela áspera?

2. Si pudieras cambiar la superficie por otra aún más lisa que la anterior, como por ejemplo un espejo, ¿qué crees que sucedería con la distancia recorrida en este caso? ¿Qué fuerzas actúan en la dirección del movimiento en cada caso? Representá la situación en tu carpeta.

d) En el ejemplo anterior imaginá una superficie libre de toda aspereza. ¿Qué creés que sucedería en este caso con el valor de la distancia recorrida por la bolita?

Para dejar registradas tus respuestas a estos interrogantes, copió y completá en tu carpeta las siguientes frases:

- *Cuanto más áspera es la superficie, la bolita recorre..... distancia.*
- *Cuanto menor es el rozamiento, la bolita recorre..... distancia.*
- *Cuanto mayor es el rozamiento, la bolita experimenta..... aceleración.*

Para realizar la siguiente actividad, vas a necesitar:

- Un libro grueso.
- Una regla de madera larga.
- Una hoja de dibujo.
- 10 monedas.
- Un vaso.
- Un cartoncito de tamaño mayor que la boca del vaso.
- Una chapita.



A

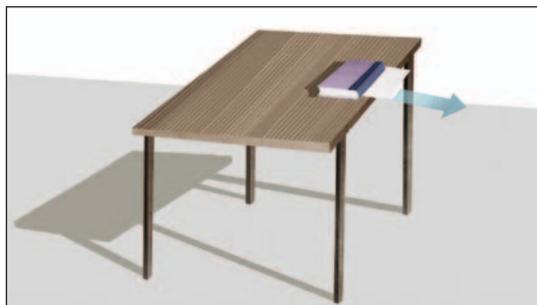
7. Experimentos sobre inercia

Ahora vas a realizar una serie de experimentos para analizar el movimiento o la permanencia en reposo de los cuerpos cuando sobre ellos no actúan fuerzas. No olvides registrar tus observaciones en tu carpeta.

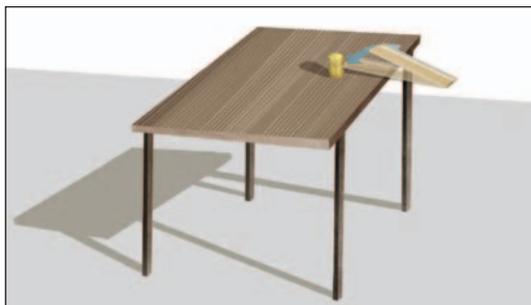
a) Armá los experimentos según los siguientes pasos:



Paso 1. Colocá la hoja de dibujo sobre una mesa, de manera que sobresalga una parte, y apoyá el libro sobre la otra parte de la hoja. Tirá con fuerza de la hoja hacia afuera de la mesa. ¿El libro es transportado por el movimiento de la hoja? ¿Se ha movido? Anotá tus observaciones.



Paso 2. Hacé una pila con las monedas. Golpeá, con la regla de madera, lateralmente la moneda que está en la base de la pila. ¿Qué ha sucedido con el resto de las monedas?



Paso 3. Apoyá el cartoncito sobre la boca del vaso y colocá una chapita en el centro. Dá un golpe seco al cartoncito en forma lateral. ¿La chapita cae dentro del vaso?



b) Pensá qué fuerzas actuaron sobre el libro, la pila de monedas y la chapita y anotalo.

c) El siguiente es el enunciado del **Principio de inercia**.

Un cuerpo libre de fuerzas no cambia su estado de reposo o de movimiento en línea recta con velocidad constante.

1. Revisá tus conclusiones a la consigna **d** de la actividad anterior. Según lo enunciado en el Principio de inercia: si las bolitas son lanzadas por una superficie sin rozamiento, continúan su movimiento en línea recta y con la misma velocidad. ¿Ya se te había ocurrido?

2. Analizá las observaciones que hiciste en los experimentos de esta actividad, particularmente, lo que pensaste sobre las fuerzas que actuaron en cada caso, y explicá cada una de acuerdo con el enunciado del Principio de inercia.



d) Las siguientes preguntas apuntan a que puedas aplicar el Principio de inercia fuera de la Tierra, en ausencia de gravedad y de rozamiento. Respondelas y luego chequeá tus respuestas, consultando en un libro de Ciencias Naturales, el capítulo correspondiente a las leyes de Newton.

1. ¿Qué ocurriría con una piedra arrojada por un astronauta fuera de su nave espacial en el espacio interestelar?

2. ¿Por qué una nave espacial que sale de la atmósfera terrestre y se aleja lo suficiente como para no estar bajo la influencia de ningún planeta, puede moverse en una trayectoria recta y a velocidad constante sin necesidad de utilizar sus motores?



 Astronauta arreglando una nave espacial fuera de la atmósfera terrestre que se observa detrás.

Como seguramente ya sabés, todos los temas que estudiaste en esta unidad pertenecen a la parte de la Física que se denomina Dinámica, que estudia las causas del cambio en el movimiento de los cuerpos.



Antes de realizar la siguiente actividad, es conveniente que estudies todos los temas vistos hasta aquí, revisando todos los trabajos que hiciste y que dejaste registrados en tu carpeta.

A

8. Reconocimiento de los principios de la Dinámica

Con esta actividad comprobarás cuánto aprendiste sobre Dinámica, es decir, acerca de el Principio de inercia (o primera ley), el Principio de masa (o segunda ley) y el Principio de acción y reacción (o tercera ley).

a) Transcribí los siguientes enunciados en tu carpeta y escribí debajo de cada uno una línea punteada tal como ves a continuación; sobre ellas completá el nombre de la ley o del principio de la Dinámica que corresponde:

- *Si no hay fuerzas aplicadas sobre cuerpo, no se producen cambios en su movimiento.*
.....
- *La fuerza total o resultante aplicada sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que este adquiere, y posee la misma dirección y sentido.*
.....
- *Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro cuerpo, el segundo ejerce una fuerza sobre el primero que es igual a la anterior en intensidad y en dirección, pero que tiene sentido contrario.*
.....

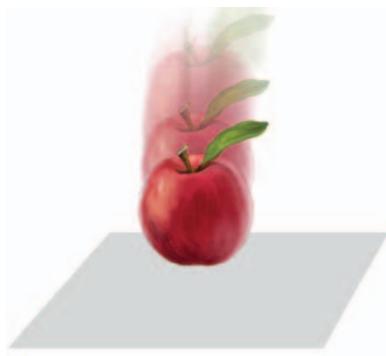
b) La siguiente ecuación relaciona la fuerza, la masa y la aceleración: $\frac{\vec{F}}{m} = \vec{a}$

1. Para que distintos cuerpos tengan la misma aceleración, ¿cómo deben ser las fuerzas aplicadas con respecto a las masas de estos?
2. ¿Cómo se llama esa relación matemática?

c) Copiá los dibujos en tu carpeta y dibujá los vectores que corresponden a las interacciones mencionadas en cada uno de los siguientes ejemplos:



 1. Cuerpo arrastrado por un niño.



 2. Cuerpo cayendo a la superficie terrestre.



 3. Cuerpo colgando de un cable.

Para finalizar

Al comenzar esta unidad analizaste algunas situaciones muy sencillas en las que reconociste la relación entre las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo y las aceleraciones producidas en él. Luego, a lo largo de la unidad, has trabajado con las tres leyes de Newton en forma conceptual y con la formalización matemática de la segunda ley que te permitirán analizar, no sólo una cantidad mayor de situaciones que se presentan, sino también de mayor complejidad.

$$\vec{F}_{\text{resultante}} = m \cdot \vec{a}$$

Los Principios de inercia, de masa y de acción y reacción constituyen la estructura de parte de la Física denominada Dinámica que permite comprender los fenómenos de la naturaleza relacionados con el movimiento, así como predecir hechos futuros, tales como la posición de un planeta en determinado instante o construir artefactos tecnológicos de gran importancia para la sociedad.

Estas leyes tienen limitaciones en situaciones muy especiales, como los objetos o partículas que se mueven a velocidades cercanas a la velocidad de la luz en el vacío, estudiadas por la Teoría de la relatividad, o las partículas que se mueven en lugares muy pequeños, como por el ejemplo en el interior del átomo, estudiadas por la Mecánica cuántica, una parte de la Física moderna, sobre las que podés leer en textos de divulgación.

