

## FUERZAS EN ACCIÓN

Ciencias Naturales 1er Nivel Medio

### GUÍA 1. ¿QUIÉN EJERCE LA FUERZA?

¿Cuántos tipos de fuerzas conoces? ¿Cómo actúan sobre los objetos y en tu vida cotidiana? ¿Qué variables o factores determinan los efectos de una fuerza? Al finalizar esta guía podrás responder estas y otras preguntas. Además, estarás en condiciones de reconocer las fuerzas que actúan simultáneamente sobre los cuerpos y las direcciones en que estas actúan.

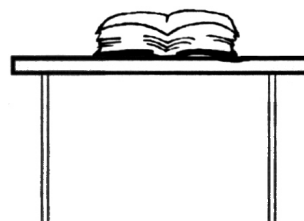
#### Actividad 1. ¿Cómo representarías estas fuerzas?

1. A continuación se presentan varias situaciones, identifica y dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo marcándolas en *negritas*.

a. Una persona empujando una **roca**.



b. Un **libro** en reposo situado sobre una mesa.



c. Una **pelota** que rebotó y está subiendo.



2. Lee el siguiente texto:

### Diagrama de cuerpo libre

Cuando empujamos o tiramos un objeto decimos que estamos ejerciendo una fuerza sobre él, esto es, existe una interacción entre el objeto y nosotros. Dependiendo de si tiramos o empujamos en una dirección u otra, y en un sentido u otro, la fuerza que ejercimos tendrá diferentes efectos, lo que nos indica que la fuerza tiene una naturaleza **vectorial**, es decir, no solo tiene una **intensidad** determinada, si no además, una **dirección** y un **sentido**. Por ello las fuerzas se representan mediante un **vector** (una flecha).

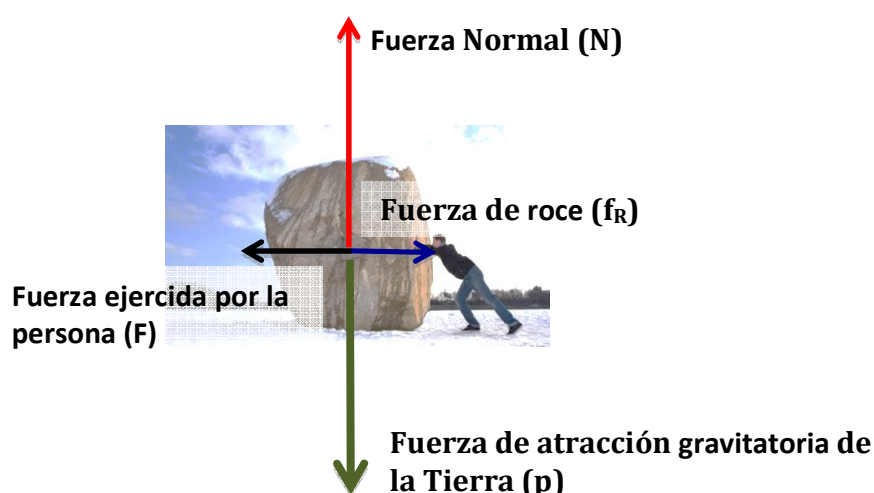
Como ya sabes, existen diversos tipos de fuerzas dependiendo del tipo de interacción de la cual se origine, por ejemplo: el roce, el peso, la normal, etc.

Cuando observas un cuerpo, ya sea que éste esté en movimiento o detenido, puedes identificar varias fuerzas actuando sobre él.

Por ejemplo, en el caso de la roca, seguramente identificaste al menos dos fuerzas: la que ejerce la persona que la empuja y la que ejerce la Tierra sobre ella (el peso). Para representar todas las fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo se utiliza el **diagrama de cuerpo libre**.

Un diagrama de cuerpo libre es una representación gráfica en que se dibuja el cuerpo que se está analizando y todas las fuerzas que actúan sobre él mediante flechas. Las flechas deben indicar el tamaño, dirección y sentido de las fuerzas en cuestión.

Por ejemplo, si consideras la roca, el diagrama de cuerpo libre sería el siguiente:



Como puedes observar, el tamaño del vector indica la magnitud de la fuerza, el sentido y la dirección hacia donde esta se ejerce. Además, los vectores que representan las fuerzas se deben dibujar en el centro del cuerpo sobre el cual actúan.

La fuerza normal (**N**), es la fuerza que ejerce la superficie –el suelo– sobre la roca y lo mantiene sobre ella empujándolo hacia arriba. La fuerza **p** representa el peso o la fuerza con que la Tierra atrae a la roca, tirándola hacia abajo. La fuerza **F** es la fuerza que aplica el hombre sobre la roca. Y **f<sub>R</sub>** es la fuerza de roce entre el suelo y la roca.

3. Revisa las fuerzas que dibujaste para el libro y la pelota y complétalas o corrígelas haciendo los diagramas de cuerpo libre para cada caso. Compártelos con tus compañeros.

Como ya sabes, las fuerzas se representan mediante un vector, y como tales, estas se pueden sumar *vectorialmente*. La suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se llama **fuerza resultante o neta**. Es esta fuerza resultante la que en definitiva explica los cambios que se producen en el cuerpo sobre el cual están actuando las fuerzas.

En el ejemplo dado del diagrama de cuerpo libre, las magnitudes de las fuerzas **p** (peso) y **N** (Normal) son iguales en tamaño pero opuestas en sentido, por lo cual al sumarlas dan como resultado fuerza cero en la dirección vertical. En la dirección horizontal, las fuerzas **F** y **f<sub>R</sub>** tienen igual magnitud pero también sentidos opuestos, por que también al sumarlas da cero. Así, en este caso al tener el mismo módulo y sentidos contrarios, cada par de fuerzas se anulan entre sí. Por tanto, la fuerza resultante es nula (igual a cero), por lo que no se observan cambios en el estado de movimiento de la roca... sigue quieta.

Hay que considerar que sobre los cuerpos, no necesariamente actúan cuatro fuerzas como en el ejemplo, hay situaciones en las cuales el número de fuerzas pueden ser dos, tres o más. Lo importante es representar todas las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo.

**GUÍA 2. ALGO MÁS ACERCA DE LA FUERZA RESULTANTE**

¿Qué sucede cuando un objeto se encuentra sobre una superficie plana e inclinada?, ¿a qué se debe que se quede quieto?, ¿a qué se debe que comience a moverse? Esta guía te permitirá conocer más acerca de las fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo utilizando un plano inclinado y aprenderás a identificar y determinar una fuerza resultante.

**Actividad 1. Experimentando con la fuerza en un plano inclinado**

Si colocas un objeto sobre una superficie inclinada, ¿qué fuerzas actúan sobre él cuando está detenido? Y si de pronto comienza a moverse, ¿qué fuerzas actúan ahora sobre él? En esta actividad podrás descubrir qué fuerzas están actuando.

Necesitarás los siguientes materiales: una regla, una goma de borrar y dos cuadernos o libros

**Procedimiento:**

1. Coloca la regla sobre la mesa y la goma sobre un extremo de la regla. ¿Qué fuerzas actúan sobre la goma en esta situación? Dibuja el diagrama de cuerpo libre identificando todas las fuerzas que actúan sobre la goma.
2. Dibuja la fuerza resultante o neta para esta situación.
3. Levanta un poco el extremo de la regla donde se encuentra la goma y pon un cuaderno debajo. ¿Qué fuerzas actúan en esta nueva situación? Dibuja el diagrama de cuerpo libre. Si una o más fuerzas cambian su valor respecto de la situación anterior, indícalo en forma gráfica.
4. ¿Cuál es la fuerza resultante en este caso?
5. Coloca otro cuaderno debajo de la regla y vuelve a dibujar las fuerzas en la nueva situación.
6. Con tu mano sigue levantando lentamente el extremo de la regla donde se encuentra la goma hasta que observes un cambio en su comportamiento. ¿Qué sucede? ¿Qué fuerzas están actuando ahora? Dibuja el diagrama de cuerpo libre e identifica las fuerzas que actúan sobre la goma en ese caso. Si una o más fuerzas cambian su valor respecto de la situación anterior, indícalo en forma gráfica.
7. Y ahora, ¿cómo es la fuerza resultante o neta?
8. Analiza la situación y responde, ¿por qué ocurre el cambio en el estado de movimiento de la goma?
9. Si continuaras levantando el extremo de la regla hasta la posición vertical, ¿cuáles serían las fuerzas que actuarían sobre la goma? Dibuja el diagrama de cuerpo libre identificando las fuerzas que actúan sobre la goma en ese caso. Si una o más fuerzas cambian su valor respecto de la situación anterior, indícalo en forma gráfica.
10. ¿Ocurrirá lo mismo si cambias la goma por otro objeto, como un sacapuntas, por ejemplo? Analiza qué factores cambian y responde.

Lee el siguiente texto:

## Plano inclinado

Al situar un cuerpo sobre una superficie plana ya sabemos que actúan al menos dos fuerzas sobre él, la fuerza normal y la fuerza peso. Suponiendo que solo están actuando estas dos fuerzas, el diagrama de cuerpo libre correspondiente es el Diagrama 1.

A medida que la superficie se inclina la fuerza normal ya no está dirigida verticalmente hacia arriba y no es opuesta a la fuerza peso, si no que sigue siendo perpendicular a la superficie sobre la cual se apoya el cuerpo, y a su vez, el peso sigue perpendicular a la superficie de la Tierra. Este cambio se representa en los Diagramas 2 y 3. Por lo tanto en estos casos, la fuerza normal y la fuerza peso ya no se anulan, y la resultante es distinta de cero.

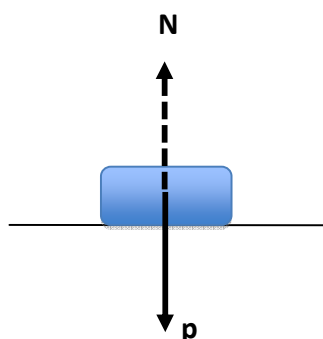


Diagrama 1

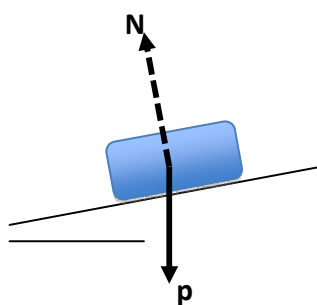


Diagrama 2

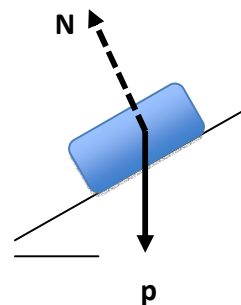


Diagrama 3

Esto provoca que un objeto colocado sobre una *superficie inclinada* a menudo se deslice hacia abajo por la superficie dependiendo del *ángulo de inclinación* de la superficie y del *tipo* de superficie.

En los Diagramas 2 y 3 podemos representar la fuerza peso como si se dividiera en dos componentes: una que queda alineada con la normal (perpendicular a la superficie del plano inclinado,  $p_{\perp}$ ) y otra que se alinea de manera paralela con la superficie (horizontal a la superficie,  $p_{\parallel}$ ). Esto se representa en el siguiente Diagrama 4.

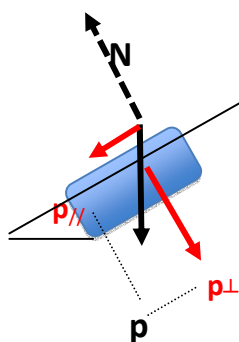


Diagrama 4

La componente perpendicular del peso  $p_{\perp}$  es opuesta a la fuerza normal  $N$  y, por tanto ambas se equilibran. Sin embargo, la componente paralela del peso  $p_{//}$ , en este caso no es equilibrada por otra fuerza, lo que hace que la fuerza resultante sea igual a  $p_{//}$ . ¿Qué consecuencias tiene esto sobre el estado de movimiento del cuerpo? Pues bien, el cuerpo comenzará a deslizarse sobre el plano inclinado aumentando su velocidad mientras va bajando por el mismo.

Sin embargo, la goma no siempre se movió sobre la regla inclinada. ¿Por qué? ¿Qué le impidió comenzar a deslizarse sobre la regla cuando comenzaste a levantarla?

La explicación es que hemos dejado fuera del análisis a la fuerza de roce  $f_R$ . Esta fuerza está presente en todas las superficies y siempre se opone al movimiento. Si la representamos en el diagrama de cuerpo libre, observaremos que se equilibra con la componente horizontal del peso  $p_{//}$  por lo que la goma no se movería. La fuerza resultante está dada por la suma vectorial de  $f_R$  y  $p_{//}$ . Estas fuerzas se representan en el Diagrama 5.

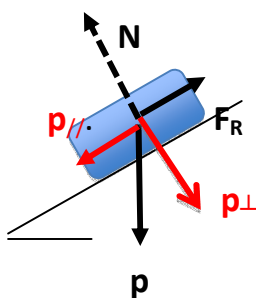


Diagrama 5

¿Y cómo se explica el caso en que la goma se mueve sobre la regla inclinada? Si sigues levantando la regla, la componente horizontal del peso  $p_{//}$  se hará cada vez más grande superando el tamaño de la fuerza de roce, cuando esto ocurre, la resultante de la suma entre  $p_{//}$  y  $f_R$  es distinta de cero y la goma comienza a deslizarse sobre la regla hacia abajo.

Siguiendo el modelo del Diagrama 5, dibuja el diagrama de cuerpo libre para esta última situación, en la que  $p_{//}$  supera y es mayor que  $f_R$ .

1. En base a lo leído, revisa los diagramas de cuerpo libre que hiciste, indicando la dirección de la fuerza resultante en cada caso.
2. Responde, ¿qué crees que sucederá si realizas el mismo procedimiento pero esta vez utilizando un sacapuntas de metal en vez de una goma, ¿qué variables se modifican respecto de la situación anterior?; ¿cómo influyen estos cambios en el movimiento del cuerpo? Compara lo que sucede en ambas situaciones: usando la goma y el sacapuntas.

**GUÍA 3. EXPERIMENTANDO CON DIFERENTES FUERZAS**

Según nuestra experiencia hay veces que por más que empujemos un cuerpo éste permanece en reposo, ¿depende sólo de la fuerza que ejerzamos?, ¿qué pasaría si el mismo cuerpo lo empujáramos, con igual fuerza, en la Luna o en el espacio?

Esta guía te permitirá responder estas y otras preguntas acerca de las fuerzas.

**Actividad 1. Un autito en movimiento**

Antes de realizar la actividad responde

1. ¿Qué hace que un cuerpo se mueva?
2. ¿Qué hace que se quede en reposo?
3. ¿Un cuerpo se mueve de igual manera cuando cambia la fuerza resultante? Explica.

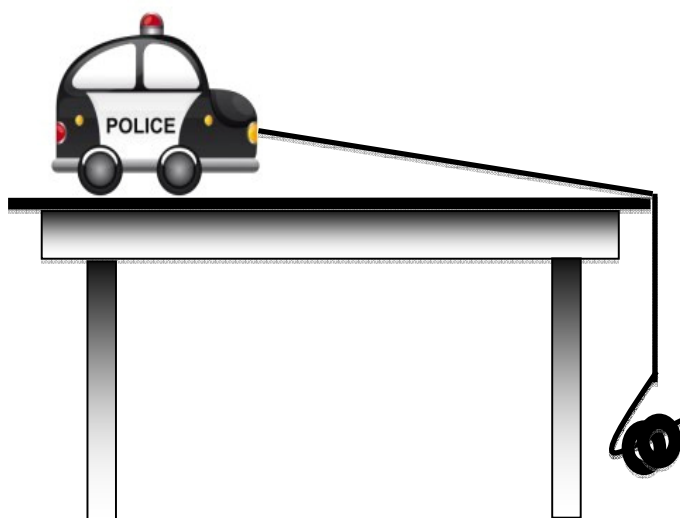
**Materiales**

- 40 golillas (argollas) de metal
- 1 clip grande
- Hilo de volantín
- Un autito de juguete
- Regla
- Reloj con cronometro

**Procedimiento**

1. Con las golillas de metal, el hilo de volantín, el autito de juguete y la regla prepara el siguiente montaje:  
Ata un extremo del hilo al autito, en el otro extremo ata el clip abierto y en él cuelga las golillas. Estas consistirán en el sistema de peso descendente y será la fuerza de empuje del autito.  
Fija una partida en el inicio de la mesa de trabajo y mide la distancia que recorrerá el auto desde el inicio hasta la meta establecida.  
Procura que las golillas no topen el suelo si el autito no ha llegado a la meta (cerca del final de la mesa).

Observa el esquema del montaje:



2. Cuelga unas 10 golillas en el clip (debe mover el auto), fija el auto en la partida y estén listos para medir el tiempo en cuanto suelten las golillas.
3. Mide el tiempo que el auto demora en recorrer la distancia entre la partida y la meta. Repite esta medida unas 3 veces. Registra los datos en una tabla.
4. Aumenta las golillas de 10 en 10 y en cada caso mide el tiempo que demora en ir desde la partida hasta la meta.
5. Registra tus mediciones en la tabla.
6. Analiza los datos registrados en tu tabla y responde las siguientes preguntas:
  - a. Haz el diagrama de cuerpo libre para el autito considerando que se está moviendo. ¿Qué hace que el autito se mueva?
  - b. ¿El vehículo se movió en forma diferente al aplicarle distintas fuerzas? ¿Por qué crees que sucedió eso?
  - c. Por cada monto de fuerza aplicada, ¿cómo describirías los movimientos del vehículo al compararlos entre ellos?, ¿cuándo el vehículo se movió más rápido?, ¿cuándo menos rápido?, ¿cómo afectó la intensidad de la fuerza (asociada al número de golillas) al movimiento de tu vehículo? Explica.
  - d. Para ayudarte a hacer el análisis, realiza el diagrama de cuerpo libre para cada fuerza aplicada.

**Actividad 2. Experimentando con la fuerza de roce**

¿Qué ocurrirá con el movimiento del autito de juguete si cambias las características de la superficie de la mesa? ¿Cambian las fuerzas resultantes?

Esta actividad te ayudará a descubrir si influyen las características de la superficie por donde se mueve el cuerpo.

**Materiales**

- Necesitarás el montaje de la actividad anterior
- 1 pliego de papel lija
- 1 trozo de alfombra para piso (o un trozo de tela)

**Procedimiento**

1. Antes de realizar la actividad responde:
2. ¿Qué entiendes por roce?
3. ¿Qué efectos crees que tiene el roce en el movimiento?
4. Predice: si colocas el pliego de lija para el autito se deslice sobre ella, ¿en cuál superficie crees que el auto se moverá más rápido, sobre la superficie de la mesa con o sin la lija?
5. Para verificar tu predicción utilizarás el mismo montaje de la actividad anterior, pero usarás diferentes superficies: la superficie de tu mesa sola, con la lija, con el trozo de alfombra (optativo).
6. Repite los pasos 2 al 5 de la actividad anterior y registras tus mediciones en la tabla.
7. En base a tus resultados responde:
  - a. Haz el diagrama de cuerpo libre para el autito para cada tipo de superficie. ¿Qué varía en cada caso? ¿Qué hace que el autito se mueva en cada caso?
  - b. ¿Cuántas argollas fue necesario agregar para iniciar el movimiento con cada tipo de superficie?
  - c. ¿En cuál superficie la rapidez fue mayor y en cuál menor?
  - d. ¿De qué manera la superficie por donde se mueve el auto afecta la rapidez de su movimiento? Explica.
  - e. Lee el siguiente texto y, completa o corrige tus respuestas de ser necesario.

### **Lectura. La importancia de la fuerza de rozamiento**

Para mover un vehículo en reposo, se requiere aplicar una fuerza. De forma similar para frenar o detener un vehículo en movimiento también se requiere de una fuerza.

Cuando tenemos varias fuerzas actuando simultáneamente sobre un objeto, el desequilibrio entre ellas da inicio al movimiento, lo mantiene o lo detiene.

Pero, ¿por qué cuando aplicas una fuerza para que algo comience a moverse, si la dejas de aplicar el objeto termina deteniéndose?

El roce o la **fuerza de roce** es la causa que el objeto se detenga a pesar de que le hayas aplicado una fuerza al inicio de su movimiento. Esta fuerza es la que se produce por la interacción entre dos superficies en contacto.

La fuerza de roce es una fuerza compleja que depende de diversos factores, entre ellos, de si el objeto se encuentra detenido o ya está en movimiento. Según esto, existen dos tipos de roce: **estático y dinámico**.

El roce estático corresponde a una resistencia que se debe vencer para poner un cuerpo en movimiento con respecto a otro con el que se encuentra en contacto.

El roce dinámico es una fuerza de magnitud constante que se opone al movimiento una vez que éste ya ha comenzado.

El tipo de superficies que entran en contacto influye directamente en el valor de las fuerzas de roce, tanto estático como dinámico. Mientras más lisa esté la superficie menos fricción existirá y por tanto, es más fácil iniciar y mantener el movimiento de un objeto.

En el caso de la actividad, necesitaste menos argollas para iniciar el movimiento cuando se encontraba sobre la superficie de la mesa y más argollas cuando se encontraba sobre la lija o sobre la alfombra. Es decir, el roce estático fue menor en la superficie de la mesa. Entonces, ¿en cuál de las tres superficies el roce estático fue mayor? ¿Cómo puedes saberlo? ¿Y en cuál de todas las superficies el roce dinámico fue mayor? Explica.

### **Actividad 3. Importancia de la fuerza de roce**

Indaga y responde:

1. ¿Qué daños y qué beneficios puede producir el roce?
2. ¿Qué ocurriría si no existiera el roce? Da ejemplos de cosas que no podrías hacer si no existiera el roce.